



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11196262 A**(43) Date of publication of application: **21 . 07 . 99**

(51) Int. Cl.

**H04N 1/387**  
**H04N 1/41**  
**H04N 7/08**  
**H04N 7/081**  
**H04N 7/30**

(21) Application number: **10196361**(22) Date of filing: **10 . 07 . 98**(30) Priority: **07 . 11 . 97 JP 09306098**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor:  
**INOUE TAKASHI**  
**IWASAKI SHIRO**  
**HATAE HIDEKAZU**  
**KATSURA TAKUJI**  
**SHIMAZU MIKIO**  
**OSHIMA SHUICHI**  
**MIYAZAKI AKIO**

(54) **DIGITAL INFORMATION IMBEDDING  
 EXTRACTING DEVICE/METHOD, AND MEDIUM  
 RECORDING PROGRAM TO EXECUTE THE  
 METHOD**

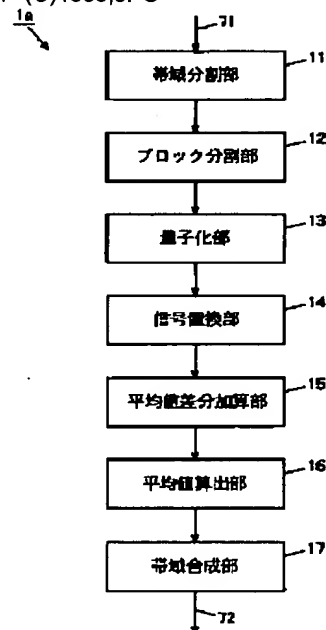
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a digital information imbedding/extracting device and a method which is immune to an external attack and which decodes imbedded information surely with less image quality deterioration.

**SOLUTION:** A band split section 11 receives an image signal 71 and divides the signal into 10 frequency bands by discrete-wavelet transform to calculate a transform coefficient. A block division section 12 divides divided LL3 signals into pluralities of predetermined blocks. A quantization section 13 obtains a means value M of the transform coefficients for each block, uses a predetermined quantization step size Q, quantizes linearly the M, and calculates a quantization value q. A signal replacement section 14 replaces the value q by a value q' based on the imbedded digital information. A mean value difference adder section 15 applies inverse quantization to the value q' by using the size Q to obtain a mean value M', calculates a difference DM between the values M, M' and adds the difference to each transform coefficient in each block. A mean value calculation section 16 calculates a means value LM of

the transform coefficients after the addition. A band synthesis section 17 synthesizes the LL3 signal subjected to imbedding processing and the signal of other frequency band to reconfigure an image signal 72.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



特開平11-196262

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int. CL <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 4 N	1/387	H 0 4 N	1/387
	1/41		1/41
	7/08		7/08
	7/081		7/133
	7/30		
			B
			Z
			Z

審査請求 未請求 請求項の数66 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願平10-196361	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成10年(1998) 7月10日	(72) 発明者	井上 尚 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-306098	(72) 発明者	岩▲崎▼ 史朗 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平9(1997)11月7日	(72) 発明者	波多江 英一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 小笠原 史朗

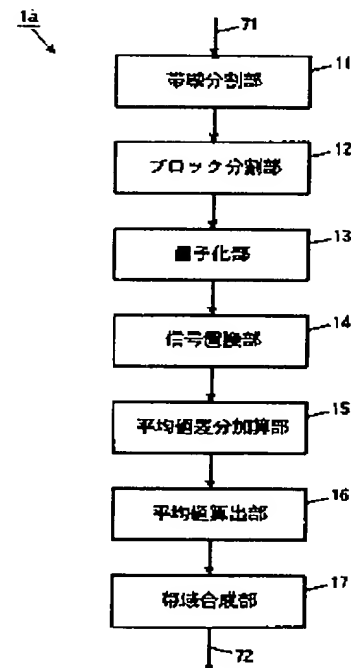
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体

## (57) 【要約】

【課題】 外部からの攻撃に対して強く、少ない画質劣化で確実な埋込み情報の復号を可能とするデジタル情報埋込み・抽出装置および方法を提供する。

【解決手段】 帯域分割部11は、画像信号71を入力して離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域に分割し、変換係数を算出する。ブロック分割部12は、分割されたL13信号を、予め定めた複数のブロックに分割する。量子化部13は、ブロック毎に変換係数の平均値Mを求め、予め定めた量子化ステップサイズQを用いてMを線形量子化して量子化値qを算出する。信号置換部14は、埋込むデジタル情報の値に基づいて、qをq'へ置換する。平均値差分加算部15は、q'をQを用いて逆線形量子化して平均値M'を求め、M'とMとの差DMを算出し、ブロック内の変換係数に加算する。平均値算出部16は、加算後の変換係数の平均値LMを算出する。帯域合成部17は、埋込み処理されたL13信号と他の周波数帯域の信号を合成して、画像信号72を再構成する。



特開平11-196262

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月21日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 4 N	1/387	H 0 4 N	1/387
	1/41		1/41
	7/08		7/08
	7/081		7/133
	7/30		
			B
			Z
			Z

審査請求 未請求 請求項の数66 O L (全 48 頁)

(21) 出願番号	特願平10-196361	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成10年(1998) 7月10日	(72) 発明者	井上 尚 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平9-306098	(72) 発明者	岩▲崎▼ 史朗 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平 9 (1997) 11月 7 日	(72) 発明者	波多江 英一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 小笠原 史朗

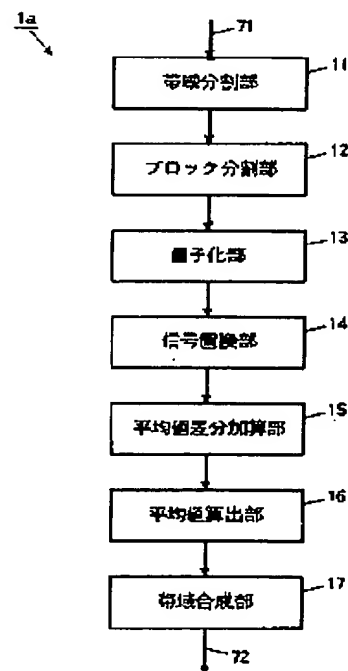
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体

## (57) 【要約】

【課題】 外部からの攻撃に対して強く、少ない画質劣化で確実な埋込み情報の復号を可能とするデジタル情報埋込み・抽出装置および方法を提供する。

【解決手段】 帯域分割部11は、画像信号71を入力して離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域に分割し、変換係数を算出する。ブロック分割部12は、分割されたL L 3信号を、予め定めた複数のブロックに分割する。量子化部13は、ブロック毎に変換係数の平均値Mを求め、予め定めた量子化ステップサイズQを用いてMを線形量子化して量子化値qを算出する。信号置換部14は、埋込むデジタル情報の値に基づいて、qをq'へ置換する。平均値差分加算部15は、q'をQを用いて逆線形量子化して平均値M'を求め、M'とMとの差DMを算出し、ブロック内の変換係数に加算する。平均値算出部16は、加算後の変換係数の平均値L Mを算出する。帯域合成部17は、埋込み処理されたL L 3信号と他の周波数帯域の信号を合成して、画像信号72を再構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1 以上の整数) を用いて、当該平均値  $M$  を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該ブロック内の変換係数のすべてに 10 加算する平均値差分加算手段と、前記差  $DM$  を加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値  $LM$  を算出する平均値算出手段と、前記差  $DM$  を加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項 2】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出する直交変換手段と、分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って 1 または 2 以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数（以下、直流成分という）の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1 以上の整数) を用いて、当該平均値  $M$  を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、前記グループ毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、前記グループ毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該グループに属するブロックが有する直流成分の変換係数のすべてに加算する平均値差分加算手段と、

前記差  $DM$  を加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成する逆直交変換手段と、前記再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値  $LM$  を算出する平均値算出手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項 3】 前記直交変換手段は、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする、請求項 2 に記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項 4】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1 以上の整数) を用いて、前記平均値  $M$  を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、

前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該ブロック内のすべての画素に加算する平均値差分加算手段と、

前記差  $DM$  を加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値  $LM$  を算出する平均値算出手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項 5】 前記信号置換手段は、前記量子化値を、前記デジタル情報のビットが論理値 1 の場合は、値 ( $M/Q$ ) に最も近い奇数の値に、前記デジタル情報のビットが論理値 0 の場合は、値 ( $M/Q$ ) に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項 6】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用い

30

40

50

て、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項7】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LM'を算出し、当該平均値LM'と前記平均値LMとの差DL(=LM'-LM)を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算する平均値差分減算手段と、

前記差DLを減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項8】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出する直交変換手段と、

分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果

に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項9】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMとを入力し、

入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LM'を算出して、当該平均値LM'と前記平均値LMとの差DL(=LM'-LM)を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算する平均値差分減算手段と、

前記差DLを減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、

分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項10】 特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項11】 特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMとを入力し、

10

20

30

40

50

入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と前記平均値 $L_M$ との差 $D_L (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算する平均値差分減算手段と、

前記差 $D_L$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、

分割された前記ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える、デジタル情報抽出装置。

【請求項12】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数および前記他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項13】 前記変換値を前記設定値以下の整数 $K$ に設定し、

前記信号置換手段は、前記変換係数および前記他の変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することを特徴とする、請求項12に記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項14】 前記マップ情報作成手段は、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする、請求項12または13に記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項15】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれ

かを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項16】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、

前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、

分割された前記複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、

前記置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成する逆直交変換手段とを備える、デジタル情報埋込み装置。

【請求項17】 前記直交変換手段は、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする、請求項16に記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項18】 前記変換値を前記上限および下限しきい値の範囲内の整数 $A$ および $B$ に設定し、

前記信号置換手段は、前記変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することを特徴とする、請求項15～17のいずれかに記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項19】 前記マップ情報作成手段は、直流成分以外の低域周波成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする、請求項15～18の

いずれかに記載のデジタル情報埋込み装置。

【請求項20】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および当該変換係数の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、前記抽出した前記変換係数および前記他の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数の合計値を算出する係数算出手段と、前記合計値の符号を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。デジタル情報抽出装置。

【請求項21】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、

前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出する誤差算出手段と、前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。デジタル情報抽出装置。

【請求項22】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマル変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が

真である位置に対応する変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、

前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出する誤差算出手段と、前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。デジタル情報抽出装置。

【請求項23】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

10 離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズQ（Qは、1以上の整数）を用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

20 前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値M'を算出し、当該平均値M'と前記平均値Mとの差DM（ $=M' - M$ ）を当該ブロック内の変換係数のすべてに加算するステップと、

前記差DMを加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMを算出するステップと、

30 前記差DMを加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。デジタル情報埋込み方法。

【請求項24】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、

40 分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数（以下、直流成分という）の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズQ（Qは、1以上の整数）を用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記グループ毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記グループ毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値M'を算出し、当該平均値M'と前記平均値Mとの差DM(=M'-M)を当該グループに属するブロックが有する直流成分の変換係数のすべてに加算するステップと、前記差DMを加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップと、

前記再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMを算出するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項25】 前記変換係数をそれぞれ算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする、請求項24に記載のデジタル情報埋込み方法。

【請求項26】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズQ(Qは、1以上の整数)を用いて、前記平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値M'を算出し、当該平均値M'と前記平均値Mとの差DM(=M'-M)を当該ブロック内のすべての画素に加算するステップと、

前記差DMを加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMを算出するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項27】 前記量子化値を置換するステップは、前記量子化値を、前記デジタル情報のビットが論理値1の場合は、値(M/Q)に最も近い奇数の値に、前記デジタル情報のビットが論理値0の場合は、値(M/Q)に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする、請求項23～26のいずれかに記載のデジタル情報埋込み方法。

【請求項28】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域

の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項29】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LM'を算出し、当該平均値LM'と前記平均値LMとの差DL(=LM'-LM)を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算するステップと、

前記差DLを減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項30】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、

分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループ



に区分するステップと、  
前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、  
前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。デジタル情報抽出方法。

【請求項31】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、  
前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM$ とを入力し、  
入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM'$ を算出して、当該平均値 $LM'$ と前記平均値 $LM$ との差 $DL (= LM' - LM)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、  
前記差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、  
分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、  
前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、  
前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。デジタル情報抽出方法。

【請求項32】 特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、  
前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、  
前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、  
前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。デジタル情報抽出方法。

【請求項33】 特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有の

デジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM$ とを入力し、  
入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM'$ を算出し、当該平均値 $LM'$ と前記平均値 $LM$ との差 $DL (= LM' - LM)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、

10 前記差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、

分割された前記ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。デジタル情報抽出方法。

【請求項34】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

20 離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

30 前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数および前記他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。デジタル情報埋込み方法。

【請求項35】 前記変換値を前記設定値以下の整数 $K$ に設定し、

40 前記置換するステップは、前記変換係数および前記他の変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することを特徴とする、請求項34に記載のデジタル情報埋込み方法。

【請求項36】 前記作成するステップは、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする。請求項34または35に記載のデジタル情報埋込み

方法。

【請求項37】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項38】 デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、

前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、

分割された前記複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える、デジタル情報埋込み方法。

【請求項39】 前記算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする、請求項38に記載のデジタル情報埋込み方法。

【請求項40】 前記変換値を前記上限および下限しきい値の範囲内の整数 $\pm A$ および $\pm B$ に設定し、

前記置換するステップは、前記変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することを特徴とする、請求項37～39のいずれかに記載の

デジタル情報埋込み方法。

【請求項41】 前記作成するステップは、直流成分以外の低域周波成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする、請求項37～40のいずれかに記載のデジタル情報埋込み方法。

【請求項42】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および当該変換係数の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数を抽出するステップと、

前記抽出した前記変換係数および前記他の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数の合計値を算出するステップと、

前記合計値の符号を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項43】 特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を抽出するステップと、

前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出するステップと、

前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項44】 特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するステップと、

前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出するステップと、

前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える、デジタル情報抽出方法。

【請求項45】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1以上の整数)を用いて、当該平均値  $M$  を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該ブロック内の変換係数のすべてに

加算するステップと、

前記差  $DM$  を加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値  $LM$  を算出するステップと、前記差  $DM$  を加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項46】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数(以下、直流成分という)の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1以上の整数)を用いて、当該平均値

$M$  を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記グループ毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記グループ毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該グループに属するブロックが有する

直流成分の変換係数のすべてに加算するステップと、前記差  $DM$  を加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、前記デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップと、

前記再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値  $LM$  を算出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項47】 前記変換係数をそれぞれ算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする、請求項46に記載の記録媒体。

【請求項48】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値  $M$  を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ  $Q$  ( $Q$  は、1以上の整数)を用いて、前記平均値  $M$  を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記ブロック毎に、対応する前記量子化値と埋込む前記デジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、

前記ブロック毎に、前記置換した量子化値を前記量子化ステップサイズ  $Q$  を用いて逆線形量子化して平均値  $M'$  を算出し、当該平均値  $M'$  と前記平均値  $M$  との差  $DM$  ( $=M' - M$ ) を当該ブロック内のすべての画素に加算するステップと、

前記差  $DM$  を加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値  $LM$  を算出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項49】 前記量子化値を置換するステップは、前記量子化値を、前記デジタル情報のビットが論理値1の場合は、値  $(M/Q)$  に最も近い奇数の値に、前記デジタル情報のビットが論理値0の場合は、値  $(M/Q)$  に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする、請求項45～48のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項50】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割し

た最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項51】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMとを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LM'を算出し、当該平均値LM'と前記平均値LMとの差DL(=LM'-LM)を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算するステップと、

前記差DLを減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項52】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施

されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、

分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項53】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMとを入力し、

入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LM'を算出して、当該平均値LM'と前記平均値LMとの差DL(=LM'-LM)を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、

前記差DLを減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、

分割された前記複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、

前記グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項54】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割

した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、

前記ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項55】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、

入力時の前記デジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と前記平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、

前記差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、

分割された前記ブロック内の画素の平均値を算出し、前記量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、

前記量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項56】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数および前記他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定

めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項57】 前記変換値を前記設定値以下の整数 $\pm K$ に設定し、

前記置換するステップは、前記変換係数および前記他の変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することを特徴とする、請求項56に記載の記録媒体。

【請求項58】 前記作成するステップは、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする、請求項56または57に記載の記録媒体。

【請求項59】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

分割された前記複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項60】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、

分割された前記複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、

前記マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込む前記デジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、

前記置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項61】 前記算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする、請求項60に記載の記録媒体。

【請求項62】 前記変換値を前記上限および下限しきい値の範囲内の整数 $\pm A$ および $\pm B$ に設定し、前記置換するステップは、前記変換係数を、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、前記デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することとを特徴とする、請求項59～61のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項63】 前記作成するステップは、直流成分以外の低域周波成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする、請求項59～62のいずれかに記載の記録媒体。

【請求項64】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および当該変換係数の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数を抽出するステップと、前記抽出した前記変換係数および前記他の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数の合計値を算出するステップと、前記合計値の符号を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項65】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、

前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、

離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、前記画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する前記変換係数を抽出するステップと、

10 前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出するステップと、

前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【請求項66】 コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、

特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、前記特定の装置が出力するデジタル画像信号と、前記デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、

前記デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、

前記マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するステップと、

30 前記抽出した前記変換係数と、前記変換値との絶対値誤差を算出するステップと、

前記絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、前記コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録した、記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、デジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体に関し、より特定的には、デジタルデータの著作権保護のため、画像信号に著作権情報などのデジタルデータ（以下、デジタル情報と称する）を埋込み、そして、抽出するデジタル情報埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、インターネットを利用した情報の提供が盛んになっている。特にWWW(World Wide Web)は、画像や音声などを統合した情報送

受信サービスとして頻繁に利用されている。

【0003】しかしながら、インターネットのネットワーク上に公開された画像などのデジタル情報は、不特定多数の利用者が容易にコピーすることができる。このため、第三者が著作権を有する画像を当該著作権者に無断で不正コピーを行って、二次的利用をするなどの問題が起きている。また、画像ベースのコンテンツを用いたインターネット上でのビジネスの展開においても不正コピーへの対策が問題となっており、画像信号の著作権を保護する技術の確立が求められている。

【0004】従来、その対策の1つとして知られているものに電子透かし技術がある。電子透かしとは、画像データ内部に人間には知覚できないような形でデジタル情報を埋込む技術である。従来の電子透かし技術として、例えば、松井、大西、中村著「ウェーブレット変換における画像への署名データの埋込み」(電子情報通信学会論文誌D-II VOL. J79-D-II, No. 6, P. 1017-1024, 1996年6月)に記載されている離散ウェーブレット変換を用いた電子透かし技術(以下、松井らの技術という)がある。以下、この松井

らの技術について、図33～図35を参照して説明する。

【0005】まず、離散ウェーブレット変換処理による帯域分割について説明する。図33は、従来の3階層への分割を行う帯域分割装置11の構成の一例を示すブロック図である。図33において、従来の帯域分割装置11は、それぞれ同じ構成を有する第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300を備える。第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300は、入力した画像を4つの周波数帯域に分割し、各周波数帯域ごとのウェーブレット変換係数(以下、単に変換係数という)を算出する。なお、ここでは述べないが、離散ウェーブレット変換による帯域分割と等価であるサブバンド分割によっても変換係数を得ることもできる。

【0006】帯域分割装置11は、デジタル化された画像信号71を第1の帯域分割フィルタ100に入力する。第1の帯域分割フィルタ100は、画像信号71を水平周波数成分と垂直周波数成分のパラメータに基づいて4つの帯域の信号、すなわち、LL1信号、LH1信号、HL1信号およびHH1信号(以下、これらを総称して第1の階層信号という)に分割する。第2の帯域分割フィルタ200は、上記第1の階層信号のうち最も低域のLL1信号を入力し、さらに4つの帯域のLL2信号、LH2信号、HL2信号およびHH2信号(以下、これらを総称して第2の階層信号という)に分割する。そして、第3の帯域分割フィルタ300は、上記第2の階層信号のうち最も低域のLL2信号を入力し、さらに4つの帯域のLL3信号、LH3信号、HL3信号およびHH3信号(以下、これらを総称して第3の階層信号という)に分割する。

【0007】図34は、第1の帯域分割フィルタ100の構成の一例を示すブロック図である。図34において、第1の帯域分割フィルタ100は、第1～第3の2帯域分割部101～103を備える。この第1～第3の2帯域分割部101～103は、それぞれ1次元の低域通過フィルタ(LPF)111～113と、1次元の高域通過フィルタ(HPF)121～123と、信号を2:1に間引くサブサンブラ131～133および141～143とを備える。

10 【0008】第1の2帯域分割部101は、画像信号71を入力し、水平方向成分に関してLPF111およびHPF121により低域および高域のフィルタリングを行い、2つの信号を出力する。そして、低域および高域のフィルタリングがされた信号をそれぞれサブサンブラ131および141を用いて2:1に間引いた後、次段に出力する。第2の2帯域分割部102は、サブサンブラ131からの信号を入力し、垂直方向成分に関してLPF112およびHPF122によりそれぞれフィルタリングを行い、サブサンブラ132および142を用いて2:1に間引いた後、LL信号とLH信号の2つの信号を出力する。一方、第3の2帯域分割部103は、サブサンブラ141からの信号を入力し、垂直方向成分に関してLPF113およびHPF123によりそれぞれフィルタリングを行い、サブサンブラ133および143を用いて2:1に間引いた後、HL信号とHH信号の2つの信号を出力する。

30 【0009】これにより、第1の帯域分割フィルタ100からは、水平方向・垂直方向共に低域のLL1信号、水平方向に低域で垂直方向に高域のLH1信号、水平方向に高域で垂直方向に低域のHL1信号および水平方向・垂直方向共に高域のHH1信号の4つの信号、すなわち、変換係数が出力される。なお、第2および第3の帯域分割フィルタ200および300も、入力する信号に対して上記と同様の処理を行う。

40 【0010】上述した第1～第3の帯域分割フィルタ100、200および300による帯域分割処理の結果、画像信号71は、LL3信号、LH3信号、HL3信号、HH3信号、LH2信号、HL2信号、HH2信号、LH1信号、HL1信号およびHH1信号の10の帯域信号に分割される。図35は、これらを2次元周波数領域で表現した図である。

50 【0011】図35において、縦軸は垂直方向の周波数成分を表し下側に行くほど高域となり、横軸は水平方向の周波数成分を表し右側に行くほど高域となる。図35における各々の領域は1つの画像としてのデータであり、その領域の面積比は各々の帯域信号が有するデータ数の比に一致する。すなわち、第3の階層信号であるLL3信号、LH3信号、HL3信号およびHH3信号のデータ数を1とした場合、第2の階層信号であるLH2信号、HL2信号およびHH2信号のデータ数は4より



り、第1の階層信号であるLH1信号、HL1信号およびHH1信号のデータ数は16となる。従って、例えば、LL3信号の左上の1個のデータに関しては、LH3信号、HL3信号およびHH3信号のそれぞれ左上の1個のデータが、LH2信号、HL2信号およびHH2信号それぞれ左上から正方形の4個のデータが、LH1信号、HL1信号およびHH1信号のそれぞれ左上の正方形の16個のデータが原画像上で同一画素を表現することとなる(図35中、黒で塗りつぶしてある部分である)。

【0012】次に、上述した離散ウェーブレット変換を行って帯域分割をした後にデジタル情報を埋込む手法を説明する。なお、以下に説明する埋込み手法自体は、従来から当業者には周知の技術であり、松井らは離散ウェーブレット変換と従来の埋込み手法とを組み合わせる電子透かしを実現している。

【0013】この従来の埋込み手法とは、周波数の高い領域におけるノイズを見逃しやすく、周波数の低い領域におけるノイズは検知しやすい、という人間の視覚特性を利用したものである。すなわち、画像信号は、低域の周波数成分にエネルギーが集中しているため、離散ウェーブレット変換の出力成分において画像信号の低周波成分を表しているLL信号は重要な帯域成分であり、一方、画像信号の高周波成分を表しているLH信号、HL信号およびHH信号の3種類の多重解像度表現(multi-resolution representation; MRR)はさほど重要な帯域成分ではないということになる。そこで、上記さほど重要でないMRR成分のLH信号、HL信号およびHH信号のそれぞれに関し、当該MRR成分のウェーブレット変換係数において零でない変換係数のうち下位ビット(できれば、最下位ビット(LSB))を、予め定めた規則性に基づき、埋込むデジタル情報のビット値に従って論理値変換することで電子透かしを行っている。

【0014】このように、松井らの技術では、離散ウェーブレット変換によって算出した画像の高周波成分であるMRR成分にのみ、しかも画像の変化にはほとんど影響のない下位ビットにデジタル情報の埋込み処理を行っている。このため、当該埋込み処理がされた信号によって再構成された画像は、人間の目では気づかない程度の画質劣化にしかならない。

【0015】なお、ネットワーク上における表示・配布等の際には、上記埋込み処理を行った各周波数帯域の信号を帯域合成装置(要するに、離散ウェーブレット変換の逆の処理を行う)により画像信号の再構成を行う。また、この再構成された画像信号から埋込まれたデジタル情報を取り出すには、離散ウェーブレット変換を行い、埋込み処理において変換した論理値を抽出することで行う。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記松

井らの技術では、高周波成分であるMRR成分にデジタル情報を埋込んでいるため、以下のような問題点を残している。

(1) 埋込み処理を行った画像を周波数変換した後、高周波成分を置き換えたりカットしたりすることにより、比較的簡単に埋込んだデジタル情報を除去することができる。

(2) また、埋込み処理を行った画像に低域通過フィルタをかけることでも画像の高周波部分が低減するため

10 に、埋込み情報が消失してしまう。

(3) さらに、画像通信などにおいては、画像を圧縮して伝送する。その場合、通常、変換係数の高周波成分を粗く量子化して非可逆的な圧縮を行うために、画像の高周波成分への影響が大きくなる。つまり、画像のMRR部分の変換係数値の下位ビットはかなり変化し、埋込み情報を正しく取り出せない。

【0017】それ故、本発明の目的は、画像の高周波成分だけではなく抽出時に画質劣化の影響を及ぼす低周波成分の変換係数にもデジタル情報を埋込むことにより、またさらには、高周波成分ではなく低周波成分の変換係数にのみデジタル情報を埋込むことにより、不正利用者による上述のような攻撃に対して埋込んだデータが消失せず確実に取り出すことができ、しかも抽出時の画質劣化を少なくしたデジタル情報の埋込み・抽出装置および方法並びに当該方法を実行するためのプログラムを記録した媒体を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズQ(Qは、1以上の整数)を用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、ブロック毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、ブロック毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値M'を算出し、当該平均値M'と平均値Mとの差DM(=M'-M)を当該ブロック内の変換係数のすべてに加算する平均値差分加算手段と、差DMを加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMを算出する平均値算出手段と、差DMを加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える。



【0019】上記のように、第1の発明によれば、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、最も低い周波数帯域の変換係数にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0020】第2の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出する直交変換手段と、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数（以下、直流成分という）の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$ （ $Q$ は、1以上の整数）を用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、グループ毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、グループ毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM (=M' - M)$ を当該グループに属するブロックが有する直流成分の変換係数のすべてに加算する平均値差分加算手段と、差 $DM$ を加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成する逆直交変換手段と、再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L$ を算出する平均値算出手段とを備える。

【0021】上記のように、第2の発明によれば、直交変換を用いて、最も低い周波数成分にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0022】第3の発明は、第2の発明において、直交変換手段は、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマル変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする。

【0023】上記のように、第3の発明は、第2の発明における直交変換手段が行う典型的な信号変換の方式を特定したものである。

【0024】第4の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$ （ $Q$ は、1以上の整数）を用いて、平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、ブロック毎に、対応する量子

化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換する信号置換手段と、ブロック毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM (=M' - M)$ を当該ブロック内のすべての画素に加算する平均値差分加算手段と、差 $DM$ を加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L$ を算出する平均値算出手段とを備える。

【0025】上記のように、第4の発明によれば、ブロック内の画素の平均値、つまり、最も低い周波数成分にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0026】第5の発明は、第1～第4の発明において、信号置換手段は、量子化値を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い奇数の値に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする。

【0027】上記のように、第5の発明によれば、第1～第4の発明において、デジタル情報のビットの論理値に基づいて、量子化値を値 $(M/Q)$ に最も近い奇数か偶数の値に置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0028】第6の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0029】上記のように、第6の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該ブロック内の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0030】第7の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値 $L_M$ とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $D_L (= L_M' - L_M)$ を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算する平均値差分減算手段と、差 $D_L$ を減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するブロック分割手段と、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値 $M$ を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0031】上記のように、第7の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値が変化した場合でも平均値 $L_M'$ および $L_M$ を用いて修正した最も低い周波数帯域に対して、予め定めた方法で当該ブロック内の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、より正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0032】第8の発明は、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出する直交変換手段と、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0033】上記のように、第8の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数成分に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該複数のブロックの最も低い周波数成分の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0034】第9の発明は、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出して、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $D_L (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算する平均値差分減算手段と、差 $D_L$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するブロック選択手段と、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0035】上記のように、第9の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、最も低い周波数成分の変換係数の平均値が変化した場合でもデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ および $L_M$ を用いて修正したデジタル画像信号の最も低い周波数成分に対して、予め定めた方法で当該複数のブロックの最も低い周波数成分の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0036】第10の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップ

サイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0037】上記のように、第10の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けないブロック内の画素の平均値を抽出し、予め定めた方法で当該平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0038】第11の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ と入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算する平均値差分減算手段と、差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するブロック選択手段と、分割されたブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出する量子化手段と、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0039】上記のように、第11の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、ブロック内の画素の平均値が変化した場合でもデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ および $L_M$ を用いて修正したデジタル画像信号に対して、予め定めた方法で当該ブロック内の画素の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0040】第12の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数およ

び他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える。

【0041】上記のように、第12の発明によれば、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、複数の階層に渡る周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0042】第13の発明は、第12の発明において、変換値を設定値以下の整数 $\pm K$ に設定し、信号置換手段は、変換係数および他の変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することを特徴とする。

【0043】上記のように、第13の発明によれば、第12の発明において、振幅絶対値が設定値以下である変換係数について、当該変換係数を当該設定値以下に設定した変換値 $\pm K$ へ置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0044】第14の発明は、第12および第13の発明において、マップ情報作成手段は、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする。

【0045】上記のように、第14の発明によれば、第12および第13の発明において、より低域成分の周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、さらに第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防げる。

【0046】第15の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成する帯域合成手段とを備える。

【0047】上記のように、第15の発明によれば、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれか

を用いて、影響を受けにくい深い階層信号の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、さらに埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0048】第16の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み装置であって、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、分割された複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するマップ情報作成手段と、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換する信号置換手段と、置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成する逆直交変換手段とを備える。

【0049】上記のように、第16の発明によれば、直交変換を用いて、影響を受けにくい深い階層信号の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、さらに埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0050】第17の発明は、第16の発明において、直交変換手段は、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする。

【0051】上記のように、第17の発明は、第16の発明における直交変換手段が行う典型的な周波数変換の方式を特定したものである。

【0052】第18の発明は、第15～第17の発明において、変換値を上限および下限しきい値の範囲内の整数 $\pm A$ および $\pm B$ に設定し、信号置換手段は、変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することを特徴とする。

【0053】上記のように、第18の発明によれば、第15～第17の発明において、振幅絶対値がしきい値の範囲内である変換係数について、当該変換係数の符号を考慮したしきい値範囲以内の値に変換して置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0054】第19の発明は、第15～第18の発明において、マップ情報作成手段は、直流成分以外の低域周

波成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする。

【0055】上記のように、第19の発明によれば、第15～第18の発明において、より低域成分の周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、さらに第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防げる。

【0056】第20の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および当該変換係数の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、抽出した変換係数および他の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数の合計値を算出する係数算出手段と、合計値の符号を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0057】上記のように、第20の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の合計値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0058】第21の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割する帯域分割手段と、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出する誤差算出手段と、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0059】上記のように、第21の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響を受けにくい深い階層信号に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定め

方法で当該変換係数の絶対値誤差を計算して判定した結果により、埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0060】第22の発明は、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出装置であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出する直交変換手段と、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するマップ情報解析手段と、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出する誤差算出手段と、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するデジタル情報判定手段とを備える。

【0061】上記のように、第22の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響を受けない深い階層信号に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の絶対値誤差を計算して判定した結果により、埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0062】第23の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$  ( $Q$ は、1以上の整数)を用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、ブロック毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、ブロック毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM (=M' - M)$ を当該ブロック内の変換係数のすべてに加算するステップと、差 $DM$ を加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値 $L_M$ を算出するステップと、差 $DM$ を加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。

【0063】上記のように、第23の発明によれば、離

散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、最も低い周波数帯域の変換係数にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0064】第24の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数(以下、直流成分という)の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$  ( $Q$ は、1以上の整数)を用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、グループ毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、グループ毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM (=M' - M)$ を当該グループに属するブロックが有する直流成分の変換係数のすべてに加算するステップと、差 $DM$ を加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップと、再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ を算出するステップとを備える。

【0065】上記のように、第24の発明によれば、直交変換を用いて、最も低い周波数成分にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0066】第25の発明は、第24の発明において、変換係数をそれぞれ算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする。

【0067】上記のように、第25の発明は、第24の発明における算出するステップが行う典型的な信号変換の方式を特定したものである。

【0068】第26の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$  ( $Q$ は、1以上の整数)を用いて、平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、ブロック毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、ブロック毎に、置換した量子化値

を量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値Mとの差 $DM (=M' - M)$ を当該ブロック内のすべての画素に加算するステップと、差DMを加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値LMを算出するステップとを備える。

【0069】上記のように、第26の発明によれば、ブロック内の画素の平均値、つまり、最も低い周波数成分にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0070】第27の発明は、第23～第26の発明において、量子化値を置換するステップは、量子化値を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い奇数の値に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする。

【0071】上記のように、第27の発明によれば、第23～第26の発明において、デジタル情報のビットの論理値に基づいて、量子化値を値 $(M/Q)$ に最も近い奇数か偶数の値に置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0072】第28の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0073】上記のように、第28の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該ブロック内の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0074】第29の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバン

D分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMとを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LM'を算出し、当該平均値LM'と平均値LMとの差DL ( $=LM' - LM$ )を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算するステップと、差DLを減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0075】上記のように、第29の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値が変化した場合でも平均値LM'およびLMを用いて修正した最も低い周波数帯域に対して、予め定めた方法で当該ブロック内の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、より正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0076】第30の発明は、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0077】上記のように、第30の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数成分に埋込み処理された変換係数を抽出



し、予め定めた方法で当該複数のブロックの最も低い周波数成分の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0078】第31の発明は、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出して、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0079】上記のように、第31の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、最も低い周波数成分の変換係数の平均値が変化した場合でもデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ および $L_M$ を用いて修正したデジタル画像信号の最も低い周波数成分に対して、予め定めた方法で当該複数のブロックの最も低い周波数成分の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0080】第32の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出

するステップとを備える。

【0081】上記のように、第32の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けないブロック内の画素の平均値を抽出し、予め定めた方法で当該平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0082】第33の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、分割されたブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0083】上記のように、第33の発明によれば、非可逆圧縮などの画像処理が施され、ブロック内の画素の平均値が変化した場合でもデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ および $L_M$ を用いて修正したデジタル画像信号に対して、予め定めた方法で当該ブロック内の画素の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0084】第34の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。

【0085】上記のように、第34の発明によれば、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、複数の階層に渡る周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0086】第35の発明は、第34の発明において、変換値を設定値以下の整数 $\pm K$ に設定し、置換するステップは、変換係数および他の変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することと特徴とする。

【0087】上記のように、第35の発明によれば、第34の発明において、振幅絶対値が設定値以下である変換係数について、当該変換係数を当該設定値以下に設定した変換値 $\pm K$ へ置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0088】第36の発明は、第34または35の発明において、作成するステップは、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することと特徴とする。

【0089】上記のように、第36の発明によれば、第34および第35の発明において、より低域成分の周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、さらに第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防げる。

【0090】第37の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。

【0091】上記のように、第37の発明によれば、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、影響を受けにくい深い階層信号の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、さらに埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0092】第38の発明は、デジタル画像信号内に固有のデジタル情報を埋込むデジタル情報埋込み方法であって、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、分割された複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成するステップとを備える。

【0093】上記のように、第38の発明によれば、直交変換を用いて、影響を受けにくい深い階層信号の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、さらに埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。

【0094】第39の発明は、第38の発明において、算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする。

【0095】上記のように、第39の発明は、第38の発明における直交変換手段が行う典型的な周波数変換の方式を特定したものである。

【0096】第40の発明は、第37～第39の発明において、変換値を上限および下限しきい値の範囲内の整数 $\pm A$ および $\pm B$ に設定し、置換するステップは、変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することと特徴とする。

【0097】上記のように、第40の発明によれば、第37～第39の発明において、振幅絶対値がしきい値の範囲内である変換係数について、当該変換係数の符号を考慮したしきい値範囲以内の値に変換して置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0098】第41の発明は、第37～第40の発明において、作成するステップは、直流成分以外の低域周波成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することと特徴とする。

【0099】上記のように、第41の発明によれば、第37～第40の発明において、より低域成分の周波数信号にデジタル情報を埋込む。



号にデジタル情報を埋込む。これにより、さらに第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防げる。

【0100】第42の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のい

【0101】上記のように、第42の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の合計値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0102】第43の発明は、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するステップと、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出するステップと、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0103】上記のように、第43の発明によれば、高周波帯域のデータ破壊に対する影響を受けない深い階層信号に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の絶対値誤差を計算して判定した結果により、埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0104】第44の発明は、特定の装置によって離散

コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報を、抽出するデジタル情報抽出方法であって、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するステップと、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出するステップと、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを備える。

【0105】上記のように、第44の発明によれば、すでに周波数変換がされている特定のデジタル画像信号に対しても、高周波帯域のデータ破壊に対する影響を受けない深い階層信号に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の絶対値誤差を計算して判定した結果により、埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0106】第45の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値Mを算出し、予め定めた量子化ステップサイズQ（Qは、1以上の整数）を用いて、当該平均値Mを線形量子化して量子化値を算出するステップと、ブロック毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、ブロック毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化して平均値M'を算出し、当該平均値M'と平均値Mとの差DM（ $=M'-M$ ）を当該ブロック内の変換係数のすべてに加算するステップと、差DMを加算した後の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値LMを算出するステップと、差DMを加算した後の最も低い周波数帯域とそれ以外の複数の周波数帯域とを用いて、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0107】第46の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成され

10

20

30

40

50

る複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数（以下、直流成分という）の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$ （ $Q$ は、1以上の整数）を用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、グループ毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、グループ毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM$ （ $=M'-M$ ）を当該グループに属するブロックが有する直流成分の変換係数のすべてに加算するステップと、差 $DM$ を加算した後の複数のブロックを逆直交変換して、デジタル情報を埋込んだデジタル画像信号を再構成するステップと、再構成したデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM$ を算出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0108】第47の発明は、第46の発明において、変換係数をそれぞれ算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換を行うことを特徴とする。

【0109】第48の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$ （ $Q$ は、1以上の整数）を用いて、平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、ブロック毎に、対応する量子化値と埋込むデジタル情報の値とに基づいて、当該量子化値を置換するステップと、ブロック毎に、置換した量子化値を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化して平均値 $M'$ を算出し、当該平均値 $M'$ と平均値 $M$ との差 $DM$ （ $=M'-M$ ）を当該ブロック内のすべての画素に加算するステップと、差 $DM$ を加算した後のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $LM$ を算出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0110】第49の発明は、第45～第48の発明において、量子化値を置換するステップは、量子化値を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い奇数の値に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は、値 $(M/Q)$ に最も近い偶数の値に置換することを特徴とする。

【0111】第50の発明は、コンピュータ装置におい

て実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値 $M$ を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0112】第51の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した最も低い周波数帯域の変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時の最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値 $LM$ とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち最も低い周波数帯域内の変換係数の平均値 $LM'$ を算出し、当該平均値 $LM'$ と平均値 $LM$ との差 $DL$ （ $=LM'-LM$ ）を当該最も低い周波数帯域内の変換係数のすべてから減算するステップと、差 $DL$ を減算した後の最も低い周波数帯域を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の変換係数の平均値 $M$ を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値 $M$ を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0113】第52の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複

数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数をそれぞれ算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0114】第53の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマール変換のいずれかの信号変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋め込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出して、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割し、当該ブロックに関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分するステップと、グループ毎に、当該グループに属するブロックが有する最も低い周波数成分の変換係数の平均値を算出し、予め定めた量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0115】第54の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズとを入力し、デジタル画像信号を予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、ブロック毎に、当該ブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果

に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0116】第55の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号をブロックに分割した画素の平均値に埋め込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、量子化ステップサイズと、出力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M$ とを入力し、入力時のデジタル画像信号内の画素の振幅値の平均値 $L_M'$ を算出し、当該平均値 $L_M'$ と平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を当該デジタル画像信号内のすべての画素値から減算するステップと、差 $DL$ を減算した後のデジタル画像信号を、予め定めた複数の画素から構成される複数のブロックに分割するステップと、分割されたブロック内の画素の平均値を算出し、量子化ステップサイズを用いて、当該平均値を線形量子化して量子化値を算出するステップと、量子化値が偶数か奇数かを判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0117】第56の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数および当該1または2の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数のすべての振幅絶対値が、予め定めた設定値以下であるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および他の変換係数のすべてを、当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0118】第57の発明は、第56の発明において、変換値を設定値以下の整数 $\pm K$ に設定し、置換するステップは、変換係数および他の変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1の場合は変換値 $+K$ に、デジタル情報のビットが論理値0の場合は変換値 $-K$ に置換することを特徴とする。

【0119】第58の発明は、第56および第57の発明において、作成するステップは、水平方向成分が低域で垂直方向成分が高域である周波数帯域または水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域である周波数帯域のいずれか一方、あるいは、その双方に含まれる変換係数に

ついてマップ情報を作成することを特徴とする。

【0120】第59の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、分割された複数の周波数帯域のうち、1または2の周波数帯域に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を合成してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0121】第60の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、分割された複数のブロック信号のうち、1または2のブロック信号に含まれる個々の変換係数に関して、当該変換係数の振幅絶対値が予め定めた上限および下限しきい値の範囲内に含まれるか否かに基づいた真偽値を格納したマップ情報を作成するステップと、マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を、当該変換係数の符号および当該変換係数に埋込むデジタル情報の値に基づいて、予め定めた変換値に置換するステップと、置換後の複数の変換係数を逆直交変換してデジタル画像信号を再構成するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0122】第61の発明は、第60の発明において、算出するステップは、離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマル変換のいずれかの周波数変換を行うことを特徴とする。

【0123】第62の発明は、第59～第61の発明において、変換値を上限および下限しきい値の範囲内の整数 $\pm A$ および $\pm B$ に設定し、置換するステップは、変換係数を、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+A$ に、デジタル情報のビットが論理値1で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-A$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が正の場合は変換値 $+B$ に、デジタル情報のビットが論理値0で、かつ、当該変換係数の符号が負の場合は変換値 $-B$ に置換することを特徴とする。

【0124】第63の発明は、第59～第62の発明において、作成するステップは、直流成分以外の低域周波

成分に含まれる変換係数についてマップ情報を作成することを特徴とする。

【0125】第64の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、デジタル画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数および当該変換係数の周波数帯域と同一分割方向の同一空間表現領域にある他の変換係数を抽出するステップと、抽出した変換係数および他の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数の合計値を算出するステップと、合計値の符号を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0126】第65の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によってデジタル画像信号を離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかにより分割した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、離散ウェーブレット変換またはサブバンド分割のいずれかを用いて、画像信号を複数の周波数帯域の変換係数に分割するステップと、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真である位置に対応する変換係数を抽出するステップと、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出するステップと、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0127】第66の発明は、コンピュータ装置において実行されるプログラムを記録した記録媒体であって、特定の装置によって離散コサイン変換またはフーリエ変換若しくはアダマル変換のいずれかの周波数変換が施されたデジタル画像信号をブロックに分割し直交変換した変換係数に埋込まれた固有のデジタル情報に対し、特定の装置が出力するデジタル画像信号と、デジタル情報の埋込み位置を示すマップ情報と、埋込んだ値を示す変換値とを入力し、デジタル画像信号を予め定めたサイズの複数のブロック信号に分割し、当該ブロック信号に関し直交変換を行って変換係数を算出するステップと、マップ情報に基づいて、当該マップ情報の真偽値が真であ

る位置に対応する変換係数を抽出するステップと、抽出した変換係数と、変換値との絶対値誤差を算出するステップと、絶対値誤差を判定し、当該判定の結果に基づいて埋め込まれたデジタル情報を抽出するステップとを含む動作環境を、コンピュータ装置上で実現するためのプログラムを記録している。

【0128】上記のように、第45～第66の発明は、上記第23～第44の発明のデジタル情報埋込み・抽出方法を実行するプログラムを記録した記録媒体である。これは、既存の装置に対し、上記第23～第44の発明のデジタル情報埋込み・抽出方法を、ソフトウェアの形態で供給することに対応させたものである。

【0129】

【発明の実施の形態】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置の構成を示すブロック図である。図1において、デジタル情報埋込み装置1aは、帯域分割部11と、ブロック分割部12と、量子化部13と、信号置換部14と、平均値差分加算部15と、平均値算出部16と、帯域合成部17とを備える。なお、本第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aの帯域分割部11は、上記従来の技術において説明した帯域分割装置11と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0130】帯域分割部11は、デジタル化された画像信号71を入力して、離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域、すなわちLL3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号（ $i=1\sim3$ 、以下同じ）に分割し、それぞれの変換係数を算出する。ブロック分割部12は、帯域分割部11において分割された最も低い周波数帯域（LL3信号）を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割する。量子化部13は、ブロック分割部12で分割された複数のブロックについて、ブロック毎に変換係数の平均値Mを求める。そして、量子化部13は、予め定めた量子化ステップサイズQを用いて、求めた平均値Mを線形量子化することで量子化値qをそれぞれ算出する。信号置換部14は、ブロックに埋込むデジタル情報の値に基づいて、量子化部13で求めた量子化値qを値（ $q+1$ ）または値（ $q-1$ ）にそれぞれ置換する。平均値差分加算部15は、信号置換部14で置換した量子化値（ $q\pm 1$ ）を量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化することで平均値M'をそれぞれ求める。そして、平均値差分加算部15は、ブロック毎に、求めた平均値M'と上記平均値Mとの差DM（ $DM=M'-M$ ）を算出し、ブロック内のすべての変換係数に差DMをそれぞれ加算する。平均値算出部16は、平均値差分加算部15において加算処理されたLL3信号のすべての変換係数の平均値LMを算出する。帯域合成部17は、埋込み処理されたLL3信号と他の複数の周波数帯域の信号を合成して、画像信号7

2を再構成する。

【0131】以下、図2～図7を参照して、デジタル情報埋込み装置1aが行うデジタル情報埋込み方法を、具体例を挙げつつ順に説明する。図2は、ブロック分割部12、量子化部13、信号置換部14および平均値差分加算部15で行う処理を示すフローチャートである。図3は、LL3信号を分割したブロックの一例を示す図である。なお、図3は、 $2\times 2$ サイズのブロックに分割した場合であって、第xブロック内の4つの変換係数を示している。図4は、信号置換部14で行う処理の一例を示す図である。図5は、平均値差分加算部15で行う処理の一例を示す図である。図6は、帯域合成部17の構成の一例を示すブロック図である。図7は、図6の第1の帯域合成フィルタの構成の一例を示すブロック図である。また、以下の説明において、画像に埋込むデジタル情報は、著作権者の氏名や作成年月日等が2進数化されたビットストリームであるとする。

【0132】図2を参照して、まず、ブロック分割部12は、帯域分割部11が出力するLL3信号を予め定めたブロックサイズに従って、第1～第N（Nは、2以上の整数。以下同じ）のブロックに分割する（ステップS201）。この分割するブロック数Nは、埋込むデジタル情報の論理値の数以上であればよい。なお、このブロックサイズは、図3で例示した $2\times 2$ サイズ以外の任意のサイズであってもかまわない。また、このブロックサイズは、正方形や長方形という方形である必要はなく、他の形状（例えば、三角形やひし形等）であってもかまわない。

【0133】次に、量子化部13は、第n（ $n=1\sim N$ ）のそれぞれ、以下同じ）ブロック内の変換係数の平均値Mnを算出する（ステップS202）。なお、上記ステップS201において、分割するブロックサイズを $1\times 1$ サイズとした場合には、この平均値を算出する処理を行う必要はない。

【0134】例えば、図3において、第xブロックの平均値Mxは、
$$M_x = (2.3 + 2.9 + 2.7 + 4.5) / 4 = 3.1$$
となる。

【0135】再び図2を参照して、さらに、量子化部13は、予め定めた量子化ステップサイズQ（Qは、1以上の整数）を用いて、平均値Mnを線形量子化して量子化値qnを算出する（ステップS203）。ここで、線形量子化とは、ある数値を、当該数値の小数点以下を四捨五入則に従って切り上げまたは切り捨てることで整数化することをいう（なお、関数int(m)は、mの線形量子化を表すものとする）。また、量子化ステップサイズQは、簡単に言うと、埋込むデジタル情報が論理値「1」である場合の置換値と、論理値「0」である場合の置換値との間隔であり、また置換量でもある。このため、量子化ステップサイズQを小さくすると画質劣化は

少なくなるが攻撃に対して弱くなり、大きくすると攻撃に対しては強くなるが置換量が大きくなるため画質劣化が顕著になる。従って、量子化ステップサイズQは、一義的に定まるものではなく、目的および対象画像信号によって任意に設定することができる。なお、本第1の実施形態の説明においては、量子化ステップサイズQ=10としている。

【0136】例えば、図3において、第xブロックの量子化値 $q_x$ は、上述のように平均値 $M_x=31$ であるので、

$$q_x = \text{int}(M_x/Q) = \text{int}(31/10) = 3 \text{ となる。}$$

【0137】再び図2を参照して、信号置換部14は、第nブロックに埋込むデジタル情報の論理値(「1」か「0」)を抽出する(ステップS204)。その後、信号置換部14は、量子化値 $q_n$ が偶数か奇数かを判定する(ステップS205)。このステップS205の判定において量子化値 $q_n$ が偶数の場合、信号置換部14は、上記ステップS204で抽出した埋込む論理値が「1」か否かをさらに判定する(ステップS206)。このステップS206の判定において埋込む論理値が「1」の場合、信号置換部14は、 $M_n/Q$ の値に最も近い奇数( $q_n+1$ または $q_n-1$ のいずれか)を量子化値 $q_n'$ とする(すなわち、量子化値を $q_n$ から $q_n'$ へ置換する)(ステップS208)。これに対し、上記ステップS206の判定において埋込む論理値が「0」の場合、信号置換部14は、量子化値 $q_n$ の値をそのまま量子化値 $q_n'$ とする(ステップS210)。一方、上記ステップS205の判定において量子化値 $q_n$ が偶数でない場合(つまり、奇数の場合)、信号置換部14は、埋込む論理値が「0」か否かをさらに判定する(ステップS207)。このステップS207の判定において埋込む論理値が「0」の場合、信号置換部14は、 $M_n/Q$ の値に最も近い偶数( $q_n+1$ または $q_n-1$ のいずれか)を量子化値 $q_n'$ とする(ステップS209)。これに対し、上記ステップS207の判定において埋込む論理値が「1」の場合、信号置換部14は、量子化値 $q_n$ の値をそのまま量子化値 $q_n'$ とする(ステップS210)。

【0138】例えば、図4を参照して、図3に示した第xブロックにおける量子化値 $q_x$ は、上述のように奇数の「3」であり、また $M_x/Q=3.1$ である。よって、上述したステップS205~S210に従うと、デジタル情報の論理値「1」を第xブロックに埋込む場合は、量子化値 $q_x$ が奇数であるのでそのまま $q_x=3$ の値を $q_x'$ =3とする。逆に、デジタル情報の論理値「0」を第xブロックに埋込む場合は、 $M_x/Q=3.1$ の値に最も近い偶数、すなわち「4」を量子化値 $q_x'$ ( $q_x'=q_x+1$ )とする。

【0139】再び図2を参照して、平均値差分加算部1

5は、上記ステップS208~S210のいずれかで求めた量子化値 $q_n'$ と量子化ステップサイズQとを用いて逆線形量子化を行い、平均値 $M_n'$ ( $=q_n' \cdot Q$ )を算出する(ステップS211)。そして、平均値差分加算部15は、算出した平均値 $M_n'$ と上記ステップS202で求めた平均値 $M_n$ との差 $DM_n(=M_n'-M_n)$ を求める(ステップS212)。さらに、平均値差分加算部15は、この差 $DM_n$ を第nブロック内のすべての変換係数に加算する(ステップS213)。

【0140】例えば、図5を参照して、第xブロックにデジタル情報の論理値「0」を埋込む場合は、上述のとおり量子化値 $q_x'$ が4であるので、逆線形量子化した後の平均値 $M_x'$ は、

$$M_x' = q_x' \cdot Q = 4 \cdot 10 = 40$$

となり、平均値 $M_x$ との差 $DM_x$ は、

$$DM_x = M_x' - M_x = 40 - 31 = +9$$

となる。そして、この差 $DM_x$ を第xブロックの各変換係数に加算してデジタル情報埋込み後の変換係数を作成する(図5(b))。一方、第xブロックにデジタル情報

の論理値「1」を埋込む場合は、上述のとおり量子化値 $q_x'$ が3であるので、逆線形量子化した後の平均値 $M_x'$ は、

$$M_x' = q_x' \cdot Q = 3 \cdot 10 = 30$$

となり、平均値 $M_x$ との差 $DM_x$ は、

$$DM_x = M_x' - M_x = 30 - 31 = -1$$

となる。そして、この差 $DM_x$ を第xブロックの各変換係数に加算(この場合、結果的には減算となる)してデジタル情報埋込み後の変換係数を作成する(図5(c))。

【0141】量子化部13、信号置換部14および平均値差分加算部15は、以上述べたデジタル情報の埋込み処理(上記ステップS202~S213)を、第1~第Nブロックのすべてに対して行うべく、すべてのブロックについて処理を行ったか否かを判断し、まだ処理を行っていないブロックが存在する場合には、上記ステップS202に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS214)。

【0142】そして、その後、平均値算出部16は、L、L3信号のすべての変換係数の平均値LMを算出する。

この平均値LMは、外部からの攻撃により画像信号に変化があった場合、後述する埋込んだデジタル情報の抽出の際に、より確実にデジタル情報を抽出するための補正値となるものである。ただし、外部からの攻撃がなく画像信号(特にL、L3信号)の変化を考慮する必要がない場合には、L、L3信号の変換係数の平均値LMを算出する平均値算出部16の構成を省略することが可能である。

【0143】なお、デジタル情報のビット数が分割したブロック数より少ない場合には、例えば、デジタル情報を一通り埋込んだ後に当該デジタル情報の第1ビットに

40

50

戻って引き続き埋込む方法や、余ったブロックにすべて「0」（または1）のビットを埋込むという方法等を用いればよい。

【0144】次に、帯域合成部17の処理について説明する。帯域合成部17は、簡単に言えば帯域分割部11と逆の処理を行う。図6を参照して、帯域合成部17は、それぞれ同じ構成を有する第1～第3の帯域合成フィルタ400、500および600を備える。第1～第3の帯域合成フィルタ400、500および600は、4つの周波数帯域信号を入力し、1つの信号に合成して出力する。

【0145】第1の帯域合成フィルタ400は、デジタル情報の埋込み処理が終ったLL3信号と、LH3信号、HL3信号およびHH3信号とを入力し、これらを合成してLL2信号を作成する。第2の帯域合成フィルタ500は、上記合成したLL2信号とLH2信号、HL2信号およびHH2信号とを入力し、これらを合成してLL1信号を作成する。そして、第3の帯域合成フィルタ600は、上記合成したLL1信号とLH1信号、HL1信号およびHH1信号とを入力し、これらを合成して画像信号72を再構成する。

【0146】図7は、第1の帯域合成フィルタ400の構成の一例を示すブロック図である。図7において、第1の帯域合成フィルタ400は、第1～第3の2帯域合成部401～403を備える。この第1～第3の2帯域合成部401～403は、それぞれLPF411～413と、HPF421～423と、信号に対して2:1の割合で零を挿入するアップサンブラ431～433および441～443と、加算器451～453とを備える。

【0147】第1の2帯域合成部401は、LL3信号とLH3信号とを入力して、それぞれアップサンブラ431および441を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を垂直方向成分に関してLPF411およびHPF421でフィルタリングした後、加算して出力する。一方、第2の2帯域合成部402は、HL3信号とHH3信号とを入力して、それぞれアップサンブラ432および442を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を垂直方向成分に関してLPF412およびHPF422でフィルタリングした後、加算して出力する。そして、第3の2帯域合成部403は、加算器451および452の出力を入力して、それぞれアップサンブラ433および443を用いて2倍のサイズの信号に変換し、変換した2つの信号を水平方向成分に関してLPF413およびHPF423でフィルタリングした後、加算して出力する。

【0148】これにより、第1の帯域合成フィルタ400からは、第2の階層信号である水平・垂直方向共に低域のLL2信号が出力される。なお、第2および第3の帯域合成フィルタ500および600も、入力する信号

に対して上記と同様の処理を行う。

【0149】帯域合成部17は、上述のようにLL3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号の10の周波数帯域信号を、埋込み処理が行われた画像信号72に再構成し、上記量子化ステップサイズQおよび平均値LMと共に出力する。

【0150】以上のように、本第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aは、最も低い周波数帯域（LL3信号）の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。さらに、本第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aは、デジタル情報の論理値に基づいて、量子化値 $q_n$ を $M_n/Q$ の値に最も近い奇数または偶数のいずれかの値に置換する。これにより、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、かつ、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0151】なお、本第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aにおいて行う離散ウェーブレット変換は、3つの階層に限られるものではなく、LL信号が1×1の要素になるまで何回でも行うことができる。また、信号置換部14における量子化値 $q_n$ の置換の処理は、埋込むデジタル情報の論理値が「0」の場合に $M_n/Q$ の値に最も近い奇数の量子化値に、論理値が「1」の場合に $M_n/Q$ の値に最も近い偶数の量子化値に置換するようにしてもよい。

【0152】（第2の実施形態）図8は、本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。この本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bは、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。図8において、デジタル情報抽出装置1bは、帯域分割部11と、平均値差分減算部21と、ブロック分割部12と、量子化部13と、デジタル情報判定部22とを備える。なお、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bの帯域分割部11、ブロック分割部12および量子化部13は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aの帯域分割部11、ブロック分割部12および量子化部13と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0153】帯域分割部11は、画像信号81を入力する。この画像信号81は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aの帯域合成部17が出力する画像信号72に加え、量子化部13において線形量子化に用いた量子化ステップサイズQと、平均値算出部16において算出したLL3信号内の変換係数の平均値LMとを含んでいる。帯域分割部11は、入力した画像信号81に関して離散ウェーブレット変換を行って10個の周波数帯域LL3信号、LH1信号、HL1信号、HH



1 信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。平均値差分減算部21は、LL3信号内のすべての変換係数の平均値 $L_M'$ を算出し、与えられる上記平均値 $L_M$ との差 $DL (= L_M' - L_M)$ を求める。そして、平均値差分減算部21は、LL3信号内のすべての変換係数から差 $DL$ を減算する。ブロック分割部12は、平均値差分減算部21において減算処理を施したLL3信号を、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割する。量子化部13は、ブロック分割部12で分割された複数のブロックについて、ブロック毎に変換係数の平均値 $M$ を求める。そして、量子化部13は、与えられる上記量子化ステップサイズ $Q$ を用いて、求めた平均値 $M$ を線形量子化することで量子化値 $q$ をそれぞれ算出する。デジタル情報判定部22は、量子化部13において算出された量子化値 $q$ のそれぞれについて値が偶数か奇数かを判定し、当該判定に基づいて埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。

【0154】以下、図9および図10を参照して、デジタル情報抽出装置1bが行うデジタル情報抽出方法を説明する。図9は、平均値差分減算部21、ブロック分割部12、量子化部13およびデジタル情報判定部22で行う処理を示すフローチャートである。図10は、第 $x$ ブロックからデジタル情報を抽出する一例を示す図である。なお、図10(a)は、上記デジタル情報埋込み装置1aが出力した第 $x$ ブロックの変換係数を示し(図5(b)を参照)、図10(b)は、本デジタル情報抽出装置1bが入力した第 $x$ ブロックの変換係数を示している。図10(c)は、図10(b)の変換係数を差 $DL$ によって補正した第 $x$ ブロックの変換係数を示している。

【0155】図9を参照して、まず、平均値差分減算部21は、LL3信号内の変換係数の平均値 $L_M'$ を算出する(ステップS901)。平均値差分減算部21は、算出した平均値 $L_M'$ と与えられる平均値 $L_M$ との差 $DL$ を求め、LL3信号内のすべての変換係数から差 $DL$ を減算する(ステップS902)。

【0156】例えば、図10において、LL3信号内の変換係数の平均値が、 $L_M = 50$ から $L_M' = 53$ に変化しているの、差 $DL$ は、

$$DL = L_M' - L_M = 53 - 50 = 3$$

となる。この差 $DL = 3$ を各変換係数から減算するため、第 $x$ ブロックに関しては、変換係数が図10(b)に示す値から図10(c)に示す値へ変換される。

【0157】再び図9を参照して、ブロック分割部12は、平均値差分減算部21において減算処理を施したLL3信号を、予め定めたブロックサイズに従って第1～第 $N$ ブロックに分割する(ステップS903)。量子化部13は、ブロック毎に変換係数の平均値 $M_n$ を算出し(ステップS904)、与えられる量子化ステップサイズ $Q$ を用いて、平均値 $M_n$ を線形量子化することで量子

化値 $q_n$ を求める(ステップS905)。

【0158】例えば、図10(c)において、第 $x$ ブロックの平均値 $M_x$ は、

$$M_x = (35 + 34 + 40 + 59) / 4 = 42$$

となる。従って、第 $x$ ブロックの量子化値 $q_x$ は、

$$q_x = \text{int}(M_x / Q) = \text{int}(42 / 10) = 4$$

となる。【0159】再び図9を参照して、デジタル情報判定部22は、上記ステップS905において算出した量子化値 $q_n$ の値が偶数か奇数かを判定する(ステップS906)。このステップS906の判定において量子化値 $q_n$ が偶数である場合、デジタル情報判定部22は、第 $n$ ブロックの位置に埋込んであるデジタル情報は論理値「0」とであると判断する(ステップS907)。一方、上記ステップS906の判定において量子化値 $q_n$ が奇数である場合、デジタル情報判定部22は、第 $n$ ブロックの位置に埋込んであるデジタル情報は論理値「1」とであると判断する(ステップS908)。

【0160】例えば、図10(c)において、第 $x$ ブロックの量子化値 $q_x$ は、上述のように「4」の偶数なので、埋込まれているデジタル情報の論理値は「0」とであると判断する。

【0161】デジタル情報判定部22は、以上述べたデジタル情報の抽出処理(上記ステップS904～S908)を第1～第 $N$ ブロックのすべてについて行うべく、すべてのブロックについて処理を行ったか否かを判断し、まだ処理を行っていないブロックが存在する場合には、上記ステップS904に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS909)。

【0162】このように、デジタル情報判定部22は、上述したデジタル情報の抽出処理を第1～第 $N$ ブロックのすべてについて行い、画像信号内に埋込まれている論理値をそれぞれ抽出し、デジタル情報のビットストリームとして再現する。

【0163】ここで、確認のため言及しておく、差 $DL$ をLL3信号内の各変換係数から減算するのは、以下に示す理由のためである。図10を参照して、外部からの攻撃により画像信号に変化(平均値 $L_M$ から平均値 $L_M'$ への変化)が生じているにもかかわらず、差 $DL$ 分の減算を行わない場合、平均値 $M_x$ を算出するブロックは、図10(b)に示す変換係数となる。従って、この場合の平均値 $M_x$ は、

$$M_x = (38 + 37 + 43 + 62) / 4 = 45$$

となり、第 $x$ ブロックの量子化値 $q_x$ は、

$$q_x = \text{int}(M_x / Q) = \text{int}(45 / 10) = 5$$

と奇数になってしまう。つまり、第 $x$ ブロックに埋込まれているデジタル情報の論理値が「1」と誤って判断されてしまう場合が発生するのである。

【0164】従って、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bは、より確実に正しい論理値を抽出す



るために、各変換係数から差 $DL$ 分を減算する処理(補正)を行っているのである。

【0165】ただし、本第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bは、入力する $LL3$ 信号の変換係数の変動が少ない場合には、平均値差分減算部21の構成(すなわち、図9のステップS901およびS902の処理)を省略しても、何ら問題なくデジタル情報の抽出処理を行うことができる。

【0166】以上のように、本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bは、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該ブロック内の変換係数の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断することなく、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0167】(第3の実施形態)図11は、本発明の第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置の構成を示すブロック図である。図11において、デジタル情報埋込み装置2aは、直交変換部31と、ブロック選択部32と、量子化部33と、信号置換部14と、平均値差分加算部35と、逆直交変換部36と、平均値算出部37とを備える。なお、本第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの信号置換部14は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aの信号置換部14と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0168】直交変換部31は、デジタル化された画像信号71を入力して、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割する。そして、直交変換部31は、分割した複数のブロック毎に、信号を直交変換することによって変換係数をそれぞれ算出する。ブロック選択部32は、直交変換部31において分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分する。量子化部33は、ブロック選択部32において区分されたグループ毎に、グループ内のブロックがそれぞれ有する最も低い周波数成分の変換係数(以下、直流成分という)の平均値 $M$ を求める。そして、量子化部33は、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$ を用いて、求めた平均値 $M$ を線形量子化することで量子化値 $q$ をそれぞれ算出する。信号置換部14は、ブロックに埋込むデジタル情報の値に基づいて、量子化部33で求めた量子化値 $q$ を値 $(q+1)$ または値 $(q-1)$ にそれぞれ置換する。平均値差分加算部35は、信号置換部14で置換した量子化値 $(q \pm 1)$ を量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化することで平均値 $M'$ をそれぞれ求める。そして、平均値差分加算部35は、グループ毎に、求めた平均値 $M'$ と上記平均値 $M$ との差 $DM$ ( $DM = M' - M$ )を算出し、

グループ内のブロックの直流成分のすべてに差 $DM$ をそれぞれ加算する。逆直交変換部36は、平均値差分加算部35において直流成分に加算処理されたブロックを逆直交変換して画像信号73を再構成する。平均値算出部37は、逆直交変換部36において再構成された画像信号73の全画素値の平均値 $L$ を算出し、画像信号73と共に出力する。

【0169】以下、図12～図14を参照して、デジタル情報埋込み装置2aが行うデジタル情報埋込み方法を順に説明する。図12は、直交変換部31で行う処理の一例を示す図である。図13は、ブロック選択部32で行う処理の一例を示す図である。図14は、ブロック選択部32、量子化部33、信号置換部14および平均値差分加算部35で行う処理を示すフローチャートである。

【0170】図12を参照して、まず、直交変換部31は、デジタル画像信号71を入力して、予め定めたブロックサイズに従って、第1～第 $N$ ブロックに分割する(図12(a))。そして、直交変換部31は、分割した第1～第 $N$ ブロックの信号をそれぞれ直交変換して、同じブロックサイズの変換係数を算出する。図12においては、画像信号71が $8 \times 8$ サイズの画素で構成される複数のブロックに分割され、各ブロックについて離散コサイン変換(DCT)による直交変換が行われた場合を示している(図12(b)、(c))。なお、図12(c)に示す直交変換した変換係数の中で、左上の変換係数(同図中、黒で塗りつぶした部分)が直流成分であり、図12(b)に示すブロック内の全画素値の平均値を表している。

【0171】図14を参照して、ブロック選択部32は、直交変換部31において分割された第1～第 $N$ ブロックを、予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックから構成される第1～第 $S$ ( $S$ は、 $2 \leq S \leq N$ を満たす整数、以下同じ)グループに区分する(ステップS1401)。この区分するグループ数 $S$ は、埋込むデジタル情報の論理値の数以上であればよい。

【0172】例えば、図13においては、第1ブロック、第2ブロック、第11ブロックおよび第12ブロックの4つを1つのグループとした区分を行っている。なお、この区分するグループのブロックサイズは、図13で例示した $2 \times 2$ サイズ以外の任意のサイズであってもかまわない。また、このブロックサイズは、正方形や長方形という方形である必要はなく、他の形状(例えば、三角形やひし形等)であってもかまわない。さらに、グループ内の各ブロックが必ず隣接している必要はなく、隣接しないブロックを選択してグループ化してもよい。

【0173】再び図14を参照して、次に、量子化部33は、第 $s$ ( $s = 1 \sim S$ のそれぞれ、以下同じ)グループ内の複数のブロックについて直流成分のみをそれぞれ抽出して、その平均値 $M_s$ を算出する(ステップS14

02)。なお、上記ステップS1401において、分割するブロックサイズを $1 \times 1$ サイズとした場合には、この平均値を算出する処理を行う必要はない。さらに、量子化部33は、予め定めた量子化ステップサイズ $Q$  ( $Q$ は、1以上の整数)を用いて、平均値 $M_s$ を線形量子化して量子化値 $q_s$ を算出する(ステップS1403)。信号置換部14は、上記第1の実施形態において述べたのと同様、第 $s$ グループに埋込むデジタル情報の論理値を抽出すると共に、量子化値 $q_s$ を求める(ステップS1404~S1410)。平均値差分加算部35は、

上記ステップS1408~S1410のいずれかで求めた量子化値 $q_s$ と量子化ステップサイズ $Q$ を用いて逆線形量子化を行い、平均値 $M_s' (= q_s \cdot Q)$ を算出する(ステップS1411)。そして、平均値差分加算部35は、算出した平均値 $M_s'$ と上記ステップS1402で求めた平均値 $M_s$ との差 $DM_s (= M_s' - M_s)$ を求める(ステップS1412)。さらに、平均値差分加算部35は、この差 $DM_s$ を第 $s$ グループ内のすべてのブロックの直流成分に加算する(ステップS1413)。

【0174】ブロック選択部32、量子化部33、信号置換部14および平均値差分加算部35は、以上述べたデジタル情報の埋込み処理(上記ステップS1402~S1413)を、第1~第 $S$ グループ内のブロックのすべてに対して行うべく、すべてのグループについて処理を行ったか否かを判断し、まだ処理を行っていないグループが存在する場合には、上記ステップS1402に戻って同様の処理を繰り返し行う(ステップS1414)。

【0175】デジタル情報の埋込み処理が終わると、逆直交変換部36は、平均値差分加算部35において直流成分に加算処理された複数のブロックをそれぞれ逆直交変換して、画像信号73を再構成する。そして、その後、平均値算出部37は、逆直交変換部36において再構成された画像信号73の全画素値の平均値 $LM$ を算出し、再構成された画像信号73および上記量子化ステップサイズ $Q$ と共に出力する。なお、この平均値 $LM$ は、上記第1の実施形態で述べたものと同様の役割を有する。

【0176】以上のように、本第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aは、最も低い周波数帯域の変換係数(直流成分)にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。さらに、本第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aは、デジタル情報の論理値に基づいて、量子化値 $q_s$ を当該 $M_s/Q$ の値に最も近い奇数または偶数のいずれかの値に置換する。これにより、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、かつ、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0177】なお、本第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの直交変換部31において行う直交変換は、上述した離散コサイン変換に限られるものではなく、フーリエ変換またはアダマール変換等であっても構わない。

【0178】また、本第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aにおいては、平均値算出部37を逆直交変換部36の後段に構成し、画像信号73の全画素値の平均値 $LM$ を算出した。しかし、上述したように、直交変換した変換係数の直流成分は、画像信号の全画素値の平均値を表している(図12を参照)。従って、平均値算出部37を平均値差分加算部35と逆直交変換部36との間に構成し、各ブロックの直流成分の平均値を算出するようにしてもよい。

【0179】(第4の実施形態)図15は、本発明の第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。この本第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bは、上記第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。図15において、デジタル情報抽出装置2bは、平均値差分減算部41と、直交変換部31と、ブロック選択部32と、量子化部33と、デジタル情報判定部22とを備える。なお、本第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bの直交変換部31、ブロック選択部32および量子化部33は、上記第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの直交変換部31、ブロック選択部32および量子化部33と同様の構成である。また、デジタル情報判定部22は、上記第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bのデジタル情報判定部22と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0180】平均値差分減算部41は、画像信号82を入力する。この画像信号82は、上記第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの逆直交変換部36が出力する画像信号73に加え、量子化部33において線形量子化に用いた量子化ステップサイズ $Q$ と、平均値算出部37において算出した画像信号73の全画素値の平均値 $LM$ とを含んでいる。平均値差分減算部41は、入力した画像信号82の全画素値の平均値 $LM'$ を算出し、与えられる上記平均値 $LM$ との差 $DL (DL = LM' - LM)$ を求める。そして、平均値差分減算部41は、画像信号82のすべての画素値から差 $DL$ を減算する。直交変換部31は、平均値差分減算部41において減算処理を施した画像信号82を予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割した後、当該ブロックの信号を直交変換することでそれぞれの変換係数を算出する。ブロック選択部32は、直交変換部31において分割された複数のブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに

区分する。量子化部33は、ブロック選択部32において区分されたグループ毎に、グループ内のブロックがそれぞれ有する直流成分の平均値Mを求める。そして、量子化部33は、予め定めた量子化ステップサイズQを用いて、求めた平均値Mを線形量子化することで量子化値qをそれぞれ算出する。デジタル情報判定部22は、量子化部33において算出された量子化値qのそれぞれについて値が偶数か奇数かを判定し、当該判定に基づいて埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。

【0181】以下、図16を参照して、デジタル情報抽出装置2bが行うデジタル情報抽出方法を説明する。図16は、デジタル情報抽出装置2bが行う処理を示すフローチャートである。

【0182】まず、平均値差分減算部41は、画像信号82の全画素値の平均値 $M'$ を算出する(ステップS1601)。平均値差分減算部41は、算出した平均値 $M'$ と与えられる平均値LMとの差DLを求め、画像信号82のすべての画素値から差DLを減算する(ステップS1602)。直交変換部31は、平均値差分減算部41において減算処理を施した画像信号82を予め定めたブロックサイズに従って第1～第Nブロックに分割した後、当該ブロックの信号を直交変換することで、それぞれの変換係数を算出する(ステップS1603)。ブロック選択部32は、直交変換部31において分割された第1～第Nブロックを、さらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックの第1～第Sグループに区分する(ステップS1604)。量子化部33は、グループ毎に、含まれるブロックの直流成分の平均値Msを算出し(ステップS1605)、与えられる量子化ステップサイズQを用いて、平均値Msを線形量子化することで量子化値qsを求める(ステップS1606)。そして、デジタル情報判定部22は、上記第2の実施形態で述べた判定処理を行い、各グループ位置に埋込んであるデジタル情報の論理値をすべて判断する(ステップS1607～S1609)。デジタル情報判定部22は、すべてのグループについて処理を行ったか否かを判断し、また処理を行っていないグループが存在する場合には、上記ステップS1604に戻って同様の処理を繰り返し行う(ステップS1610)。

【0183】このように、デジタル情報判定部22は、上述したデジタル情報の抽出処理を第1～第Sグループのすべてについて行い、画像信号内に埋込まれている論理値をそれぞれ抽出し、デジタル情報のビットストリームとして再現する。

【0184】以上のように、本第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bは、高周波帯域のデータ破壊に対する影響をほとんど受けない最も低い周波数成分に埋込み処理された直流成分を抽出し、予め定めた方法で当該複数のブロック内の直流成分の平均値の量子化値を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断

する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0185】なお、本第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bにおいても、上記第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bと同様に、入力する画像信号82の画素値の変動が少ない場合には、平均値差分減算部41の構成(すなわち、図16のステップS1601およびS1602の処理)を省略しても、何ら問題なくデジタル情報の抽出処理を行うことができる。

【0186】また、上記第3の実施形態において述べたように、平均値算出部37を平均値差分加算部35と逆直交変換部36との間に構成したデジタル情報埋込み装置に対しては、本第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bの構成は、平均値差分減算部41と直交変換部31とを入れ替えた構成となる。

【0187】(第5の実施形態)図17は、本発明の第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置の構成を示すブロック図である。図17において、デジタル情報埋込み装置3aは、ブロック選択部32と、量子化部33と、信号置換部14と、平均値差分加算部35と、平均値算出部37とを備える。図17に示すように、本第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3aは、上記第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aのから直交変換部31と逆直交変換部とを削除した構成である。

【0188】この本第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3aは、画像信号71に直交変換処理を行わない場合にも上記第3の実施形態と同様の埋込み処理が可能であることを示すものである。以下、本デジタル情報埋込み装置3aの処理を簡単に説明する。

【0189】ブロック選択部32は、デジタル化された画像信号71を入力して、予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割した後、その分割したブロックをさらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分する。量子化部33は、ブロック選択部32において区分されたグループ毎に、ブロック内の画素値の平均値Mを算出する。そして、量子化部33は、予め定めた量子化ステップサイズQを用いて、求めた平均値Mを線形量子化することで量子化値qをそれぞれ算出する。信号置換部14は、ブロックに埋込むデジタル情報の値に基づいて、量子化部33で求めた量子化値qを値 $(q+1)$ または値 $(q-1)$ にそれぞれ置換する。平均値差分加算部35は、信号置換部14で置換した量子化値 $(q \pm 1)$ を量子化ステップサイズQを用いて逆線形量子化することで平均値 $M'$ をそれぞれ求める。そして、平均値差分加算部35は、グループ毎に、求めた平均値 $M'$ と上記平均値Mとの差DM( $DM = M' - M$ )を算出し、グループ内のブロックの画素値のすべてに差DMをそれぞれ加算して、

埋込み処理された画像信号74を出力する。平均値算出部37は、画像信号74の全画素値の平均値LMを算出する。

【0190】以上の構成により、本第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3aは、入力画像信号に対して離散コサイン変換、フーリエ変換またはアダマール変換を行わないブロックに対しても、上記第3の実施形態において述べたデジタル情報の埋込み処理が可能となる。

【0191】(第6の実施形態)図18は、本発明の第6の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。図18において、デジタル情報抽出装置3bは、平均値差分減算部41と、ブロック選択部32と、量子化部33と、デジタル情報判定部22とを備える。図18に示すように、本第6の実施形態に係るデジタル情報抽出装置3bは、上記第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bから直交変換部31を削除した構成である。

【0192】この本第6の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3bは、上記第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。以下、本デジタル情報埋込み装置3bの処理を簡単に説明する。

【0193】平均値差分減算部41は、画像信号83を入力する。この画像信号82は、上記第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5の平均値差分加算部35が出力する画像信号74に加え、量子化部33において線形量子化に用いた量子化ステップサイズQと、平均値算出部37において計算した画像信号74の全画素値の平均値LMとを含んでいる。平均値差分減算部41は、入力した画像信号82の全画素値の平均値LM'を算出し、与えられる上記平均値LMとの差DL( $DL = LM' - LM$ )を求める。そして、平均値差分減算部41は、画像信号82のすべての画素値から差DLを減算する。ブロック選択部32は、平均値差分減算部41において減算処理を施した画像信号82を予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割した後、当該ブロックをさらに予め定めたブロック数に従って1または2以上のブロックのグループに区分する。量子化部33は、ブロック選択部32において区分されたグループ毎に、グループ内のブロックの画素値の平均値Mを求める。そして、量子化部33は、予め定めた量子化ステップサイズQを用いて、求めた平均値Mを線形量子化することで量子化値qをそれぞれ算出する。デジタル情報判定部22は、量子化部33において算出された量子化値qのそれぞれについて値が偶数か奇数かを判定し、当該判定に基づいて埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。

【0194】以上の構成により、本第6の実施形態に係るデジタル情報抽出装置3bは、入力画像信号に対して

離散コサイン変換、フーリエ変換またはアダマール変換を行わないブロックに対して上記第3の実施形態において述べたデジタル情報の埋込み処理がされた場合であっても、上記第4の実施形態において述べたように正確に埋込まれたデジタル情報を取り出すことができる。

【0195】(第7の実施形態)図19は、本発明の第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置の構成を示すブロック図である。図19において、デジタル情報埋込み装置4aは、帯域分割部11と、マップ情報作成部52と、信号置換部53と、帯域合成部17とを備える。なお、本第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域分割部11は、上記従来技術において説明した帯域分割装置11と同様の構成であり、また、帯域合成部17は、上記第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aと同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0196】帯域分割部11は、デジタル化された画像信号71を入力して、離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域、すなわちLL3信号、HL1信号、HL2信号、HH1信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。マップ情報作成部12は、帯域分割部11において分割された第3の階層信号(LL3信号を除く)に関し、当該信号のうち任意の1つのデータに対応する同一分割方向の同一空間表現領域にあるすべての変換係数の振幅絶対値が、予め定めた設定値R以下であるか否かを示すマップ情報を作成する。ここで、同一分割方向の同一空間表現領域とは、帯域分割部11において同じ帯域方向成分に分割した信号の領域、すなわち、LL3信号、LH2信号およびLH1信号で構成される領域、またはHL3信号、HL2信号およびHL1信号で構成される領域、若しくはHH3信号、HH2信号およびHH1信号で構成される領域をいう。信号置換部13は、マップ情報作成部12で作成したマップ情報の個々の値を参照し、当該値が予め定めた設定値R以下である場合、埋込むデジタル情報に従って変換係数を他の数値に置換する。帯域合成部14は、信号置換部13において埋込み処理(すなわち、変換係数の置換)が行われた複数の周波数帯域の帯域成分信号を合成して、画像信号72を再構成する。

【0197】以下、図20～図22を参照して、デジタル情報埋込み装置4aが行うデジタル情報埋込み方法を順に説明する。図20は、マップ情報作成部52で行う処理を示すフローチャートである。図20は、水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域の周波数帯域であるHL3信号に関するマップ情報を作成する場合を一例に挙げている。図21は、マップ情報の作成を説明する図である。図22は、信号置換部53で行う処理を示すフローチャートである。

【0198】まず、マップ情報作成部52の処理につい

て説明する。図20を参照して、マップ情報作成部52は、帯域分割部11の出力に基づいてHL3信号の任意の位置の変換係数を1つ選択する(ステップS2001)。そして、この選択したHL3信号の変換係数に関する同一分割方向の同一空間表現領域にある変換係数を抽出する(ステップS2002)。ここで、HL3信号に関する同一分割方向の同一空間表現領域にある変換係数とは、上述したようにHL3信号の1個の変換係数と、HL2信号の4個の変換係数と、HL1信号の16個の変換係数とからなる合計21個である(図21

(a)中、黒で塗りつぶしてある部分)。そして、この21個の変換係数のそれぞれの振幅絶対値が予め定めた設定値R以下であるか否かを判定する(ステップS2003)。設定値Rは、埋め込むデジタル情報の長さ等に応じて任意に定めることができる。このステップS2003の判定において21個すべての振幅絶対値が設定値R以下である場合は、この変換係数の位置に対応するマップ位置に情報「1」を設定する(ステップS2004)。一方、上記ステップS2003の判定において21個すべての振幅絶対値が設定値R以下でない場合は、この変換係数の位置に対応するマップ位置に情報「0」を設定する(ステップS2005)。その後、HL3信号の変換係数のすべてについてマップ情報を作成したか否かを判断し、まだマップ情報を作成していない変換係数が存在する場合には、その変換係数を選択して、上記ステップS2002に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS2006、S2007)。

【0199】マップ情報作成部52は、以上の処理をHL3信号および対応する同一分割方向の同一空間表現領域にあるHL2信号およびHL1信号の変換係数のすべてについて行い、HL3信号の変換係数に対応したサイズのマップ情報を作成する(図21(b)を参照)。

【0200】次に、信号置換部53の処理について説明する。図22を参照して、信号置換部53は、マップ情報作成部52が作成したマップ情報の先頭位置(先頭位置は、任意に定めることができる)の情報を参照する(ステップS2201)。

また、埋込むデジタル情報のビット位置を示すカウンタn(nは、1からデジタル情報の最終ビットまでの範囲をとる)を1とする(ステップS2202)。なお、デジタル情報は、著作権者の氏名や作成年月日等が2進数化されたビットストリームであるとする。そして、参照した位置のマップ情報が「1」か否かを判定する(ステップS2203)。

このステップS2203の判定においてマップ情報が「1」の場合は、この位置に埋込むデジタル情報の第nビットの論理値が「1」か否かをさらに判定する(ステップS2204)。このステップS2204の判定において第nビットの論理値が「1」の場合は、上記参照した位置に対応するHL3信号の同一分割方向の同一空間表現領域にある21個のすべての変換係数を値+K(プラス

K)に置換する(ステップS2205)。これに対し、上記ステップS2204の判定において第nビットの論理値が「0」の場合は、上記参照した位置に対応するHL3信号の同一分割方向の同一空間表現領域にある21個のすべての変換係数を値-K(マイナスK)に置換する(ステップS2206)。ここで、値Kの絶対値は、変換係数置換後の画像劣化を最小限にするために、上記設定値R以下とするのが好ましい。この第nビットに関し置換処理が終わった後、デジタル情報の次のビットに移行すべく、nに1を加える(ステップS2207)。一方、上記ステップS2203の判定においてマップ情報が「0」の場合は、変換係数の置換処理は行わない。その後、マップ情報のすべての位置について参照を行ったか否かを判断し、まだ参照していないマップ情報の位置が存在する場合には、その位置を参照して、上記ステップS2203に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS2208、S2209)。

【0201】信号置換部53は、以上の処理をマップ情報のすべての位置について行い、HL3信号、HL2信号およびHL1信号のうちデジタル情報の埋込みを行う位置の変換係数のみを値+Kまたは値-Kに置換する。

【0202】なお、埋込むデジタル情報のビット数とマップ情報が「1」である位置の数が必ず一致するとは限らない。これに対して、デジタル情報のビット数がマップ情報が「1」である位置の数より少ない場合には、例えば、デジタル情報を一通り埋込んだ後に当該デジタル情報の第1ビットに戻って引き続き埋込む方法や、余ったマップ情報が「1」である位置にすべて「0」(または「1」)のビットを埋込むという方法等が考えられる。また、デジタル情報のビット数がマップ情報が「1」である位置の数より多い場合には、例えば、設定値Rの値を大きくしてデジタル情報のビット数に対応するだけのマップ情報が「1」である位置を確保する方法や、HL信号の領域に埋込むことができなかったビットについてはLH信号の領域に続けて埋込むという方法等が考えられる。

【0203】以上のように、本第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aは、複数の階層に渡って低域の周波数信号にデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。さらに、振幅絶対値が設定値R以下である変換係数について、変換係数を設定値R以下に設定した値±Kへ置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0204】なお、本第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aにおいて行う離散ウェーブレット変換は、3つの階層に限られるものではなく、LL信号が1×1の要素になるまで何回でも行うことができる。また、マップ情報作成部52において設定する値は、同一

10

20

30

40

50

分割方向の同一空間表現領域にある21個の変換係数の振幅絶対値が設定値R以下である場合に「0」と設定し、それ以外の時には「1」と設定するようにしてもよい。さらに、信号置換部53における変換係数との置換の値は、埋込むデジタル情報のビットの論理値が「0」の場合に値+Kを、「1」の場合に値-Kとしてもよい。また、変換係数の置換は、値+Kと値-Kとによる置換ではなく、値+Kと値0とによる置換であってもよい。

【0205】(第8の実施形態)図23は、本発明の第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。この本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bは、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。図7において、デジタル情報抽出装置4bは、帯域分割部11と、マップ情報解析部54と、係数算出部55と、デジタル情報判定部56とを備える。なお、本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bの帯域分割部11は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域分割部11と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0206】帯域分割部11は、画像信号84を入力する。この画像信号84は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域合成部17が出力する画像信号75に加え、マップ情報作成部52が作成したマップ情報と、信号置換部53において置換に用いた値Kとを含んでいる。帯域分割部11は、入力した画像信号84に関して離散ウェーブレット変換を行って10個の周波数帯域L3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。マップ情報解析部54は、上記マップ情報に基づいて、マップ情報が「1」である位置に対応する同一分割方向の同一空間表現領域にある21個の変換係数をそれぞれ抽出する。係数算出部55は、上記値Kに基づいて、マップ情報解析部54で抽出した変換係数のうち1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数を用いて、その変換係数の合計値Yを計算する。デジタル情報判定部56は、係数算出部55において計算された合計値Yの符号を判定し、当該判定に基づいて埋込んだデジタル情報を取り出す。

【0207】以下、図24を参照して、デジタル情報抽出装置4bが行うデジタル情報抽出方法を説明する。図24は、マップ情報解析部54、係数算出部55およびデジタル情報判定部56で行う処理を示すフローチャートである。図24は、水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域の周波数帯域であるHL3信号に関するマップ情報を解析し、デジタル情報を取り出す場合を一例に挙げている。

【0208】図24を参照して、マップ情報解析部54

は、マップ情報作成部52が作成したマップ情報の先頭位置の情報を参照する(ステップS2401)。そして、参照した位置のマップ情報が「1」か否かを判定する(ステップS2402)。このステップS2402の判定においてマップ情報が「1」の場合は、このマップ位置に対応する同一分割方向の同一空間表現領域にあるHL3信号、HL2信号およびHL1信号の21個すべての変換係数を抽出する(ステップS2403)。係数算出部55は、このステップS2403において抽出した21個の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数を用いて、すなわち、HL3信号、HL2信号およびHL1信号の中から1または2以上の信号を用いて、その変換係数の合計値Yを計算する(ステップS2404)。一方、上記ステップS2402の判定においてマップ情報が「0」の場合は、何も処理は行わない。

【0209】ここで、上記合計値Yの計算において「HL3信号、HL2信号およびHL1信号の中から1または2以上の信号」としたのは、上記解決する課題において述べたように、高周波帯域に何らかの影響が与えられ符号が変化する場合に対応するためである。例えば、高周波帯域への影響は、浅い階層の信号がもっとも受けやすいので、合計値Yの信頼性を高めるため、HL1信号を用いずにHL3信号とHL2信号のみを用いて、 $Y = (\text{HL3信号の変換係数}) \times 4 + (\text{HL2信号の4個の変換係数の和})$

を計算すればよい。ここで、HL3信号の変換係数を4倍にしているのは、高周波帯域への影響を受けにくい深い階層信号に重みを持たせて、より信頼性の高い合計値Yを得るためである。なお、合計値Yの計算方法は、上記例に限られず、入力する画像信号72の状態によって適宜任意に定めることができる。

【0210】再び図24を参照して、デジタル情報判定部56は、上記ステップS2404において算出した合計値Yの符号が正か負かを判定する(ステップS2405)。このステップS2405の判定において合計値Yの符号が正である場合は、合計値Yを算出した変換係数の位置に埋込んであるデジタル情報は「1」とであると判断する(ステップS2406)。一方、上記ステップS2405の判定において合計値Yの符号が負である場合は、上記位置に埋込んであるデジタル情報は「0」とであると判断する(ステップS2407)。その後、マップ情報のすべての位置について参照を行ったか否かを判断し、まだ参照していないマップ情報の位置が存在する場合には、その位置を参照して、上記ステップS2402に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS2408、S2409)。これにより、デジタル情報を取り出して再現する。

【0211】以上のように、本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bは、高周波帯域のデータ破壊に



分割方向の同一空間表現領域にある21個の変換係数の振幅絶対値が設定値R以下である場合に「0」と設定し、それ以外の時には「1」と設定するようにしてもよい。さらに、信号置換部53における変換係数との置換の値は、埋込むデジタル情報のビットの論理値が「0」の場合に値+Kを、「1」の場合に値-Kとしてもよい。また、変換係数の置換は、値+Kと値-Kとによる置換ではなく、値+Kと値0とによる置換であってもよい。

【0205】(第8の実施形態)図23は、本発明の第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。この本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bは、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。図7において、デジタル情報抽出装置4bは、帯域分割部11と、マップ情報解析部54と、係数算出部55と、デジタル情報判定部56とを備える。なお、本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bの帯域分割部11は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域分割部11と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0206】帯域分割部11は、画像信号84を入力する。この画像信号84は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域合成部17が出力する画像信号75に加え、マップ情報作成部52が作成したマップ情報と、信号置換部53において置換に用いた値Kとを含んでいる。帯域分割部11は、入力した画像信号84に関して離散ウェーブレット変換を行って10個の周波数帯域L3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。マップ情報解析部54は、上記マップ情報に基づいて、マップ情報が「1」である位置に対応する同一分割方向の同一空間表現領域にある21個の変換係数をそれぞれ抽出する。係数算出部55は、上記値Kに基づいて、マップ情報解析部54で抽出した変換係数のうち1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数を用いて、その変換係数の合計値Yを計算する。デジタル情報判定部56は、係数算出部55において計算された合計値Yの符号を判定し、当該判定に基づいて埋込んだデジタル情報を取り出す。

【0207】以下、図24を参照して、デジタル情報抽出装置4bが行うデジタル情報抽出方法を説明する。図24は、マップ情報解析部54、係数算出部55およびデジタル情報判定部56で行う処理を示すフローチャートである。図24は、水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域の周波数帯域であるHL3信号に関するマップ情報を解析し、デジタル情報を取り出す場合を一例に挙げている。

【0208】図24を参照して、マップ情報解析部54

は、マップ情報作成部52が作成したマップ情報の先頭位置の情報を参照する(ステップS2401)。そして、参照した位置のマップ情報が「1」か否かを判定する(ステップS2402)。このステップS2402の判定においてマップ情報が「1」の場合は、このマップ位置に対応する同一分割方向の同一空間表現領域にあるHL3信号、HL2信号およびHL1信号の21個すべての変換係数を抽出する(ステップS2403)。係数算出部55は、このステップS2403において抽出した21個の変換係数のうち、1または2以上の周波数帯域に含まれる変換係数を用いて、すなわち、HL3信号、HL2信号およびHL1信号の中から1または2以上の信号を用いて、その変換係数の合計値Yを計算する(ステップS2404)。一方、上記ステップS2402の判定においてマップ情報が「0」の場合は、何も処理は行わない。

【0209】ここで、上記合計値Yの計算において「HL3信号、HL2信号およびHL1信号の中から1または2以上の信号」としたのは、上記解決する課題において述べたように、高周波帯域に何らかの影響が与えられ符号が変化する場合に対応するためである。例えば、高周波帯域への影響は、浅い階層の信号がもっとも受けやすいので、合計値Yの信頼性を高めるため、HL1信号を用いずにHL3信号とHL2信号のみを用いて、 $Y = (\text{HL3信号の変換係数}) \times 4 + (\text{HL2信号の4個の変換係数の和})$

を計算すればよい。ここで、HL3信号の変換係数を4倍にしているのは、高周波帯域への影響を受けにくい深い階層信号に重みを持たせて、より信頼性の高い合計値Yを得るためである。なお、合計値Yの計算方法は、上記例に限られず、入力する画像信号72の状態によって適宜任意に定めることができる。

【0210】再び図24を参照して、デジタル情報判定部56は、上記ステップS2404において算出した合計値Yの符号が正か負かを判定する(ステップS2405)。このステップS2405の判定において合計値Yの符号が正である場合は、合計値Yを算出した変換係数の位置に埋込んであるデジタル情報は「1」であると判断する(ステップS2406)。一方、上記ステップS2405の判定において合計値Yの符号が負である場合は、上記位置に埋込んであるデジタル情報は「0」とであると判断する(ステップS2407)。その後、マップ情報のすべての位置について参照を行ったか否かを判断し、まだ参照していないマップ情報の位置が存在する場合には、その位置を参照して、上記ステップS2402に戻って同様の処理を繰り返す(ステップS2408、S2409)。これにより、デジタル情報を取り出して再現する。

【0211】以上のように、本第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bは、高周波帯域のデータ破壊に

対する影響をほとんど受けない低い周波数帯域に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の合計値 $Y$ を算出した結果により埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0212】(第9の実施形態)図25は、本発明の第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置の構成を示すブロック図である。図25において、デジタル情報埋込み装置5aは、帯域分割部11と、マップ情報作成部61と、信号変換部62と、信号置換部63と、帯域合成部17とを備える。なお、本第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aの帯域分割部11および帯域合成部17は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域分割装置11および帯域合成部17と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0213】帯域分割部11は、デジタル化された画像信号71を入力して、離散ウェーブレット変換により10個の周波数帯域、すなわちLL3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号に分割し、それぞれの変換係数を算出する。マップ情報作成部61は、帯域分割部11において分割された第3の階層信号(LL3信号を除く)に関し、変換係数の振幅絶対値が、予め定めた2つの設定値の範囲内にあるか否かを示すマップ情報を作成する。信号変換部62は、埋込むデジタル情報と変換係数の符号に従って、埋込む変換値を指示する。信号置換部63は、変換係数を信号変換部62で指示される変換値に置換する。帯域合成部17は、信号置換部63において埋込み処理が行われた複数の周波数帯域の帯域成分信号を合成して、画像信号76を再構成する。

【0214】以下、図26～図28を参照して、デジタル情報埋込み装置5aが行うデジタル情報埋込み方法を順に説明する。図26は、マップ情報作成部61で行う処理を示すフローチャートである。図26は、水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域の周波数帯域であるHL3信号に関するマップ情報を作成する場合を一例に挙げている。図27は、信号変換部62で指示される変換内容を示す図である。図28は、信号置換部63で行う処理を示すフローチャートである。

【0215】まず、マップ情報作成部61の処理について説明する。図26を参照して、マップ情報作成部61は、帯域分割部11の出力に基づいてHL3信号の任意の位置の変換係数を1つ選択する(ステップS2601)。そして、この変換係数の振幅絶対値が予め定めた任意のしきい値 $TL$ 以上でしきい値 $TH$ 以内の範囲(以下、しきい値範囲と略す)にあるか否かを判定する(ステップS2602)。しきい値 $TL$ および $TH$ は、埋込むデジタル情報の長さ等に応じて任意に定めることができる。このステップS2602の判定において振幅絶

対値がしきい値範囲内である場合は、HL3信号の位置に対応するしきい値マップ位置に情報「1」を設定する(ステップS2603)。一方、上記ステップS2602の判定において振幅絶対値がしきい値範囲内でない場合は、HL3信号の位置に対応するしきい値マップ位置に情報「0」を設定する(ステップS2604)。その後、HL3信号の変換係数のすべてについてマップ情報を作成したか否かを判断し、まだマップ情報を作成していない変換係数が存在する場合には、その変換係数を選択して、上記ステップS2602に戻って同様の処理を繰り返し行う(ステップS2605、S2606)。

【0216】マップ情報作成部61は、以上の処理をHL3信号の変換係数のすべてについて行い、HL3信号の変換係数に対応したサイズのマップ情報を作成する。このマップ情報は、論理値を判断するしきい値(設定値)が異なるだけで、基本的には上記第7の実施形態に係るマップ情報作成部52が作成するマップ情報と同様である(図21(b))を参照)。

【0217】次に、信号変換部62の処理について説明する。信号変換部62は、図27に示すような、変換係数の符号と埋込むデジタル情報のビットの論理値との組合せに基づいた変換を指示する。図27は、参照する位置の変換係数が正の場合、この位置に埋込むデジタル情報のビットの論理値が「1」だと変換値が+A(プラスA)に、論理値が「0」だと変換値が+B(プラスB)になり、参照する位置の変換係数が負の場合、この位置に埋込むデジタル情報のビットの論理値が「1」だと変換値が-A(マイナスA)に、論理値が「0」だと変換値が-B(マイナスB)になることを意味している。なお、値Aおよび値Bの絶対値は、変換係数置換後の画像劣化を最小限にするために上記しきい値範囲内( $TL < A$ および $B < TH$ )に設定するのが好ましい。

【0218】次に、信号置換部63の処理について説明する。図28を参照して、信号置換部63は、マップ情報作成部61が作成したマップ情報の先頭位置の情報を参照する(ステップS2801)。また、埋込むデジタル情報のビット位置を示すカウンタ $n$ ( $n$ は、1からデジタル情報の最終ビットまでの範囲をとる)を1とする(ステップS2802)。そして、参照した位置のマップ情報が「1」か否かを判定する(ステップS2803)。このステップS2803の判定においてマップ情報が「1」の場合は、上記参照した位置の変換係数の符号が正か負かという判定と、当該位置に埋込むデジタル情報の第 $n$ ビットの論理値が「1」か「0」かを判定する(ステップS2804)。そして、このステップS2804における判定の結果と信号変換部62の変換指示とに従い、変換係数を変換値( $\pm A$ 、 $\pm B$ のいずれか)に置換する(ステップS2805)。この第 $n$ ビットに関し置換処理が終わった後、デジタル情報の次のビットに移行すべく、 $n$ に1を加える(ステップS280



6)。一方、上記ステップS2803の判定においてマップ情報が「0」の場合は、変換係数の置換処理は行わない。その後、マップ情報のすべての位置について参照を行ったかを判断し、まだ参照していないマップ情報の位置が存在する場合には、その位置を参照して、上記ステップS2803に戻って同様の処理を繰り返す（ステップS2807、S2808）。

【0219】信号置換部63は、以上の処理をマップ情報のすべての位置について行い、HL3信号のうちデジタル情報の埋込みを行う位置の変換係数のみを値±Aおよび±Bのいずれかの値に置換する。そして、以上の処理を行った後、帯域合成部17は、上述のようにLL3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号の10の周波数帯域信号を、埋込み処理が行われた画像信号76に再構成して出力する。

【0220】以上のように、本第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aは、影響を受けにくい深い階層信号の変換係数にのみデジタル情報を埋込む。これにより、第三者による不正利用のための攻撃に対して、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aよりもさらに、埋込んだデジタル情報の消失を防ぐことができる。さらに、振幅絶対値がしきい値TL以上かつTH以下の範囲内である変換係数について、当該変換係数の符号を考慮したしきい値範囲以内の値に変換して置換することで、抽出時の画像劣化への影響を少なくでき、埋込んだデジタル情報の第三者による検知がしにくくなる。

【0221】（第10の実施形態）図29は、本発明の第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置の構成を示すブロック図である。この本第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置5bは、上記第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aによって埋込まれたデジタル情報を抽出する装置である。図29において、デジタル情報抽出装置5bは、帯域分割部11と、マップ情報解析部64と、誤差計算部65と、デジタル情報判定部66とを備える。なお、本第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置5bの帯域分割部11は、上記第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの帯域分割部11と同様の構成であり、以下当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0222】帯域分割部11は、画像信号85を入力する。この画像信号85は、上記第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aの帯域合成部17が出力する画像信号76に加え、マップ情報作成部61が作成したマップ情報と、信号変換部62において指示した置換値AおよびBとを含んでいる。帯域分割部11は、入力した画像信号76に関して離散ウェーブレット変換を行って10個の周波数帯域LL3信号、LH1信号、HL1信号、HH1信号に分割し、それぞれの変換係数を算出

いて、マップ情報の値が「1」である位置に対応する変換係数を抽出する。誤差計算部65は、マップ情報解析部64で抽出した変換係数の振幅絶対値Cと変換値であるAおよびBとの誤差を計算する。デジタル情報判定部66は、誤差計算部65において計算された誤差をから当該変換係数に埋込まれているデジタル情報のビットの論理値が「1」か「0」かを判断して取り出す。

【0223】以下、図30を参照して、デジタル情報抽出装置5bが行うデジタル情報抽出方法を説明する。図30は、マップ情報解析部64、誤差計算部65およびデジタル情報判定部66で行う処理を示すフローチャートである。図30は、水平方向成分が高域で垂直方向成分が低域の周波数帯域であるHL3信号に関するマップ情報を解析し、デジタル情報を取り出す場合を一例に挙げています。

【0224】図30を参照して、マップ情報解析部64は、マップ情報作成部61が作成したマップ情報の先頭位置の情報を参照する（ステップS3001）。そして、参照した位置のマップ情報が「1」か否かを判定する（ステップS3002）。このステップS3002の判定においてマップ情報が「1」の場合は、このマップ位置に対応するHL3信号の変換係数を抽出する（ステップS3003）。誤差計算部65は、このステップS3003において抽出した変換係数の振幅絶対値Cと、上記信号変換部62において指示した置換値AおよびBとから、以下に示す絶対値誤差D1およびD2を計算する（ステップS3004）。

$$D1 = |C - A|, \quad D2 = |C - B|$$

デジタル情報判定部66は、誤差計算部65において計算した絶対値誤差D1とD2との値を比較する（ステップS3005）。このステップS3005の比較においてD1の値がD2の値より小さい場合は、抽出した変換係数の位置に埋込んであるデジタル情報は「1」であると判断する（ステップS3006）。一方、上記ステップS3005の比較においてD2の値がD1の値より小さい場合は、上記位置に埋込んであるデジタル情報は「0」とであると判断する（ステップS3007）。一方、上記ステップS3002の判定においてマップ情報が「0」の場合は、何も処理は行わない。

【0225】その後、マップ情報のすべての位置について参照を行ったか否かを判断し、まだ参照していないマップ情報の位置が存在する場合には、その位置を参照して、上記ステップS3002に戻って同様の処理を繰り返す（ステップS3008、S3009）。これにより、デジタル情報を取り出して再現する。

【0226】以上のように、本第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置5bは、高周波帯域のデータ破壊に対する影響を受けない深い階層信号に埋込み処理された変換係数を抽出し、予め定めた方法で当該変換係数の

り、埋込んだデジタル情報の論理値を判断する。従って、不正利用者の攻撃に対する影響を受けることなく、正確なデジタル情報を取り出すことができる。

【0227】(第11の実施形態)図31は、本発明の第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置6aの構成を示すブロック図である。図31において、デジタル情報埋込み装置6aは、直交変換部31と、マップ情報作成部61と、信号変換部62と、信号置換部63と、逆直交変換部36とを備える。図31に示すように、本第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置6aは、上記第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aの帯域分割部11を直交変換部31に、帯域合成部17を逆直交変換部36に代えたものである。この直交変換部31および逆直交変換部36は、上記第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの直交変換部31および逆直交変換部36の構成と同様であり、当該構成については、同一の参照番号を付してその説明を省略する。

【0228】直交変換部31は、画像信号71を入力して当該信号を予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割した後、当該ブロックの信号を直交変換することでそれぞれの変換係数を算出する。マップ情報作成部61は、直交変換部31において算出した変換係数のうち、直流成分以外の成分を示す変換係数を使用して上述したマップ情報を作成する。なお、ここで使用する変換係数は、第三者の攻撃に強くさせるため、より低い周波数成分の変換係数であることが望ましい。逆直交変換部36は、埋込み処理後の変換係数を逆直交変換して、画像信号77を再構成して出力する。

【0229】以上の構成により、本第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5bは、離散コサイン変換、フーリエ変換またはアダマール変換がされた画像信号71の入力に対しても、上記第9の実施形態において述べたデジタル情報の埋込み処理が可能となる。

【0230】(第12の実施形態)図32は、本発明の第12の実施形態に係るデジタル情報抽出装置6bの構成を示すブロック図である。この本第12の実施形態に係るデジタル情報抽出装置6bは、上記第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置6aによって埋込まれたデジタル情報を抽出するための装置である。図32において、デジタル情報抽出装置6bは、直交変換部31と、マップ情報解析部64と、誤差計算部65と、デジタル情報判定部66とを備える。図32に示すように、本第12の実施形態に係るデジタル情報抽出装置6bは、上記第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置5bの帯域分割部11を、上記第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置6aの直交変換部31に代えたものである。

【0231】直交変換部31は、画像信号86を入力す

デジタル情報埋込み装置6aの逆直交変換部36が出力する画像信号77に加え、マップ情報作成部61が作成したマップ情報と、信号変換部62において指示した置換値AおよびBとを含んでいる。直交変換部31は、入力した画像信号86を予め定めたブロックサイズに従って複数のブロックに分割した後、当該ブロックの信号を直交変換することでそれぞれの変換係数を算出する。マップ情報解析部64は、上記マップ情報に基づいて、マップ情報の値が「1」である位置に対応する変換係数を抽出する。誤差計算部65は、マップ情報解析部64で抽出した変換係数の振幅絶対値Cと変換値であるAおよびBとの誤差を計算する。デジタル情報判定部66は、誤差計算部65において計算された誤差から当該変換係数に埋込まれているデジタル情報のビットの論理値が「1」か「0」かを判断して取り出す。

【0232】以上の構成により、本第12の実施形態に係るデジタル情報抽出装置6bは、離散コサイン変換、フーリエ変換またはアダマール変換がされた画像信号77に対して上記第9の実施形態において述べたデジタル情報の埋込み処理がされた場合であっても、上記第10の実施形態において述べたように正確に埋込まれたデジタル情報を取り出すことができる。

【0233】なお、典型的には、上記第1～第12の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置および抽出装置が実現する各機能は、所定のプログラムデータが格納された記憶装置(ROM、RAM、ハードディスク等)と、当該プログラムデータを実行するCPU(セントラル・プロセッシング・ユニット)とによって実現される。この場合、各プログラムデータは、CD-ROMやフロッピーディスク等の記録媒体を介して導入されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置1aの構成を示すブロック図である。

【図2】図1のブロック分割部12、量子化部13、信号置換部14および平均値差分加算部15で行う処理を示すフローチャートである。

【図3】LL3信号を分割したブロックの一例を示す図である。

【図4】図1の信号置換部14で行う処理の一例を示す図である。

【図5】図1の平均値差分加算部15で行う処理の一例を示す図である。

【図6】図1の帯域合成部17の構成の一例を示すブロック図である。

【図7】図5の第1の帯域合成フィルタの構成の一例を示すブロック図である。

【図8】本発明の第2の実施形態に係るデジタル情報抽出装置1bの構成を示すブロック図である。

【図9】図8の平均値差分減算部21、ブロック分割部

う処理を示すフローチャートである。

【図10】第xブロックからデジタル情報を抽出する一例を示す図である。

【図11】本発明の第3の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置2aの構成を示すブロック図である。

【図12】図11の直交変換部31で行う処理の一例を示す図である。

【図13】図11のブロック選択部32で行う処理の一例を示す図である。

【図14】図11のブロック選択部32、量子化部33、信号置換部14および平均値差分加算部35で行う処理を示すフローチャートである。

【図15】本発明の第4の実施形態に係るデジタル情報抽出装置2bの構成を示すブロック図である。

【図16】図15のデジタル情報抽出装置2bが行う処理を示すフローチャートである。

【図17】本発明の第5の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置3aの構成を示すブロック図である。

【図18】本発明の第6の実施形態に係るデジタル情報抽出装置3bの構成を示すブロック図である。

【図19】本発明の第7の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置4aの構成を示すブロック図である。

【図20】図19のマップ情報作成部52で行う処理を示すフローチャートである。

【図21】マップ情報作成部52におけるマップ情報の作成を説明する図である。

【図22】図19の信号置換部53で行う処理を示すフローチャートである。

【図23】本発明の第8の実施形態に係るデジタル情報抽出装置4bの構成を示すブロック図である。

【図24】図23のマップ情報解析部54、係数算出部55およびデジタル情報判定部56で行う処理を示すフローチャートである。

【図25】本発明の第9の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置5aの構成を示すブロック図である。

【図26】図25のマップ情報作成部61で行う処理を示すフローチャートである。

【図27】図25の信号変換部62で指示する変換内容を示す図である。

【図28】図25の信号置換部63で行う処理を示すフローチャートである。

【図29】本発明の第10の実施形態に係るデジタル情報抽出装置5bの構成を示すブロック図である。

【図30】図29のマップ情報解析部64、誤差計算部65およびデジタル情報判定部66で行う処理を示すフローチャートである。

【図31】本発明の第11の実施形態に係るデジタル情報埋込み装置6aの構成を示すブロック図である。

【図32】本発明の第12の実施形態に係るデジタル情報抽出装置6bの構成を示すブロック図である。

【図33】従来の帯域分割装置11の構成の一例を示すブロック図である。

【図34】図33の第1の帯域分割フィルタ100の構成の一例を示すブロック図である。

【図35】図33の帯域分割装置11によって離散ウェーブレット変換がされた後の各信号を2次元周波数領域で表現した図である。

【符号の説明】

1a、2a、3a、4a、5a、6a…デジタル情報埋込み装置

1b、2b、3b、4b、5b、6b…デジタル情報抽出装置

11…帯域分割部(装置)

12…ブロック分割部

13、33…量子化部

14、53、63…信号置換部

15、35…平均値差分加算部

16、37…平均値算出部

17…帯域合成部

21、41…平均値差分減算部

22、56、66…デジタル情報判定部

31…直交変換部

32…ブロック選択部

36…逆直交変換部

52、61…マップ情報作成部

54、64…マップ情報解析部

55…係数算出部

62…信号変換部

65…誤差計算部

71~77、81~86…画像信号

100、200、300…帯域分割フィルタ

101~103…2帯域分割部

111~113、411~413…1次元の低域通過フィルタ(LPF)

121~123、421~423…1次元の高域通過フィルタ(HPF)

131~133、141~143…ダウンサンブラ

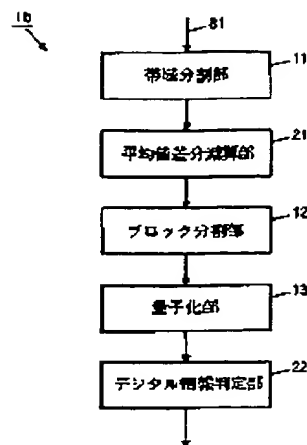
400、500、600…帯域合成フィルタ

401~403…2帯域合成部

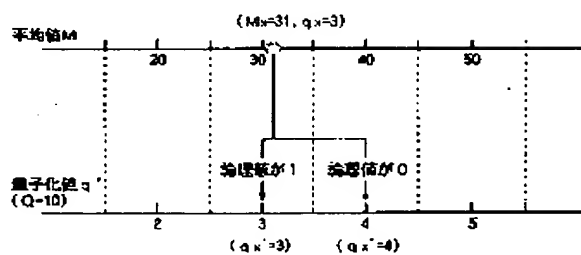
431~433、441~443…アップサンブラ

451~453…加算器

【圖 8】



【圖 4】



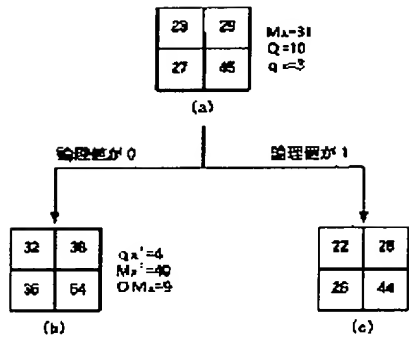
【图 13】

第1グループ      第2グループ      71      ブロック

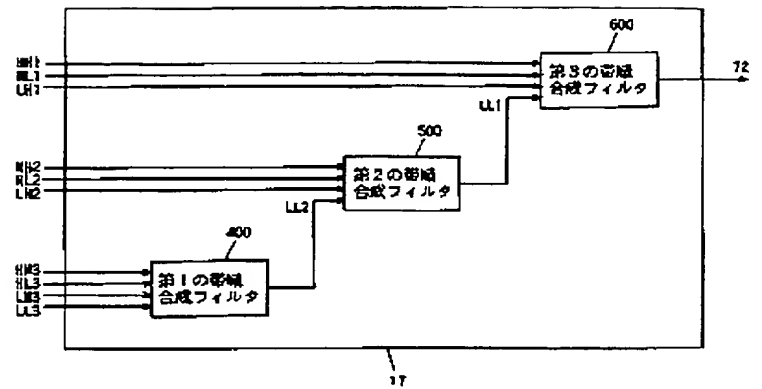
第1	第2	第3	第4	第5	.....	第10
第11	第12	第13	第14	第15	.....	第20
第21				.....		
.....						

印刷

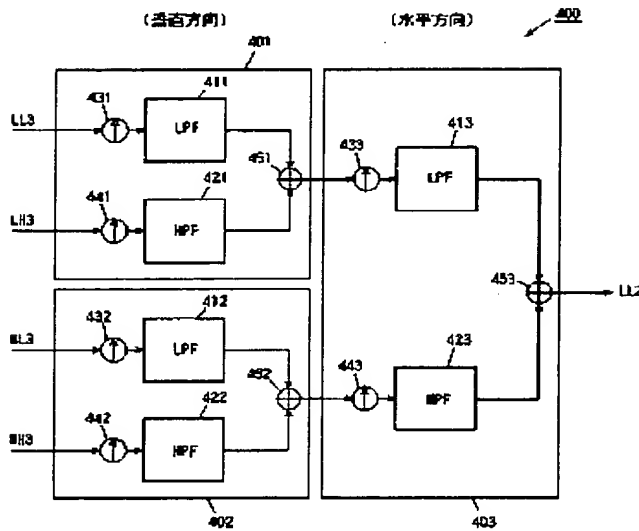
【図5】



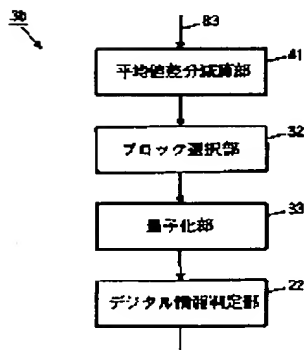
【図6】



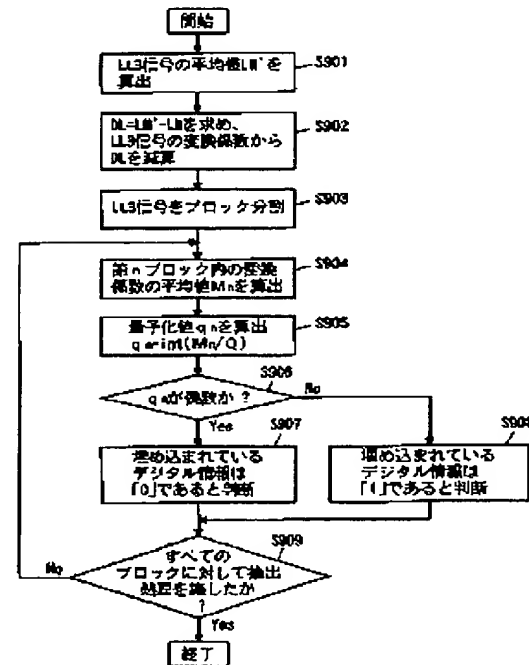
【図7】



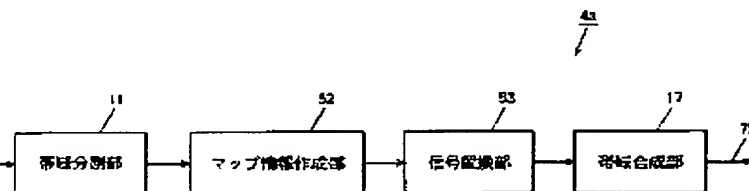
【図18】



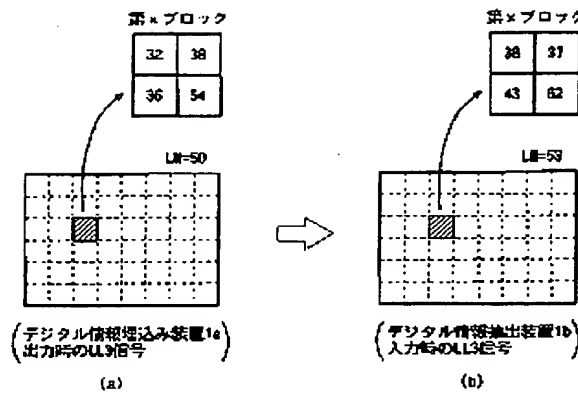
【図9】



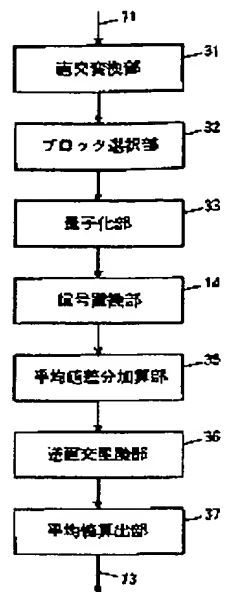
【図19】



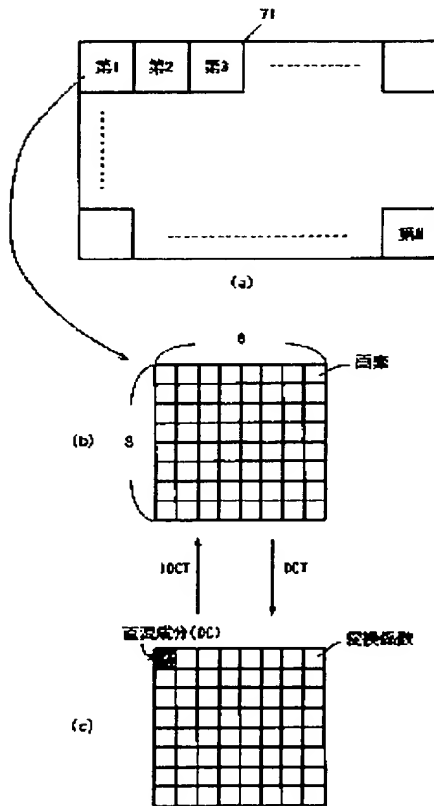
【図10】



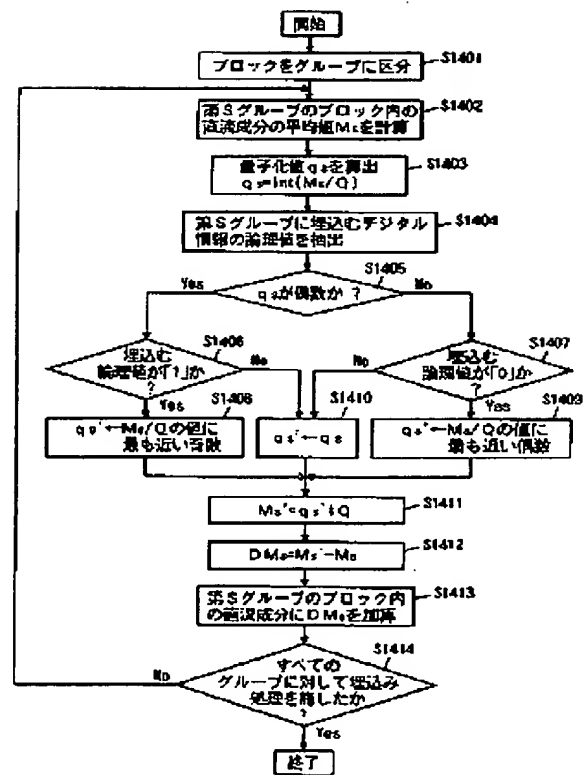
【図11】



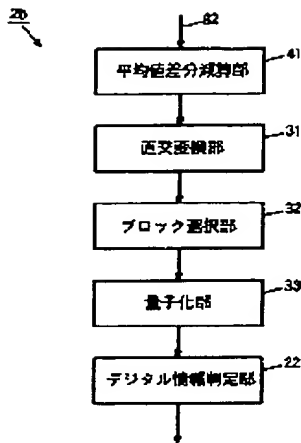
【図12】



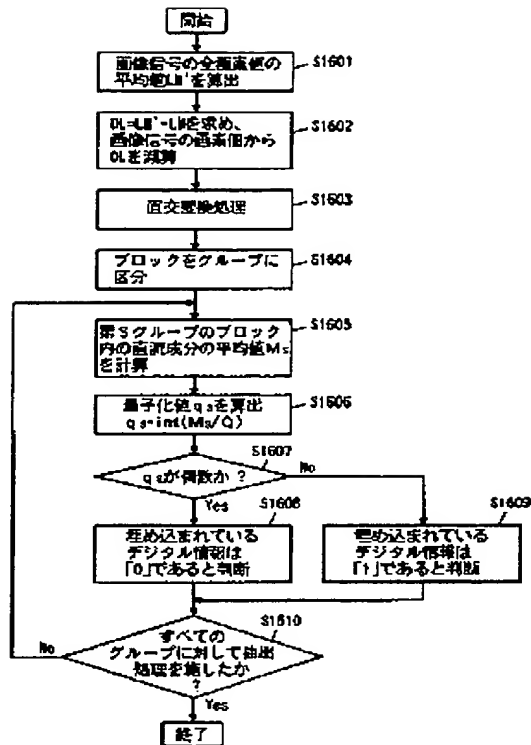
【図14】



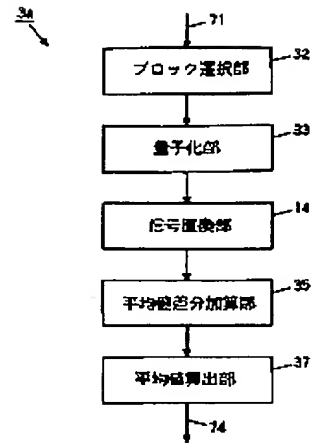
【図15】



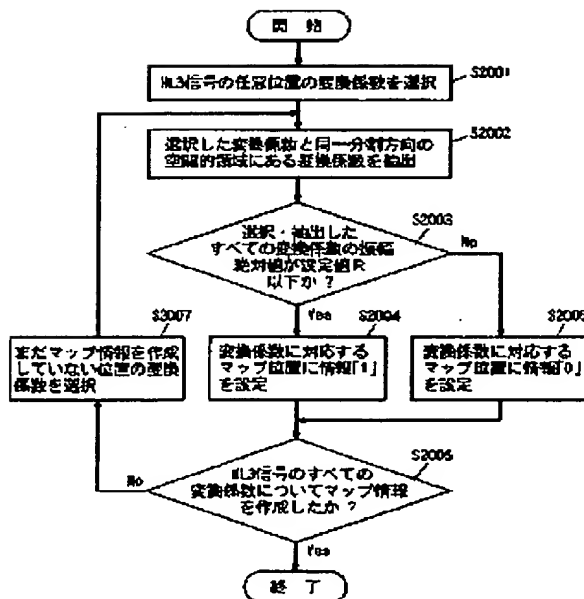
【図16】



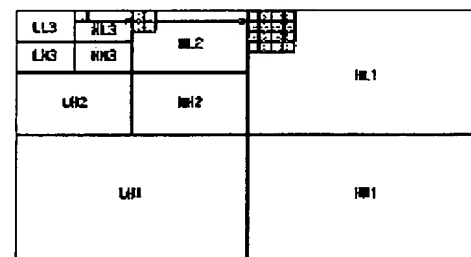
【図17】



【図20】



【図21】



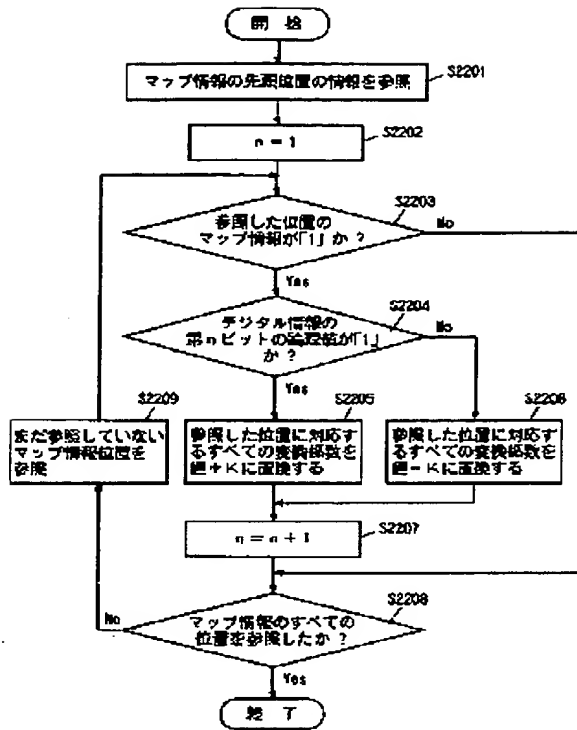
(a)



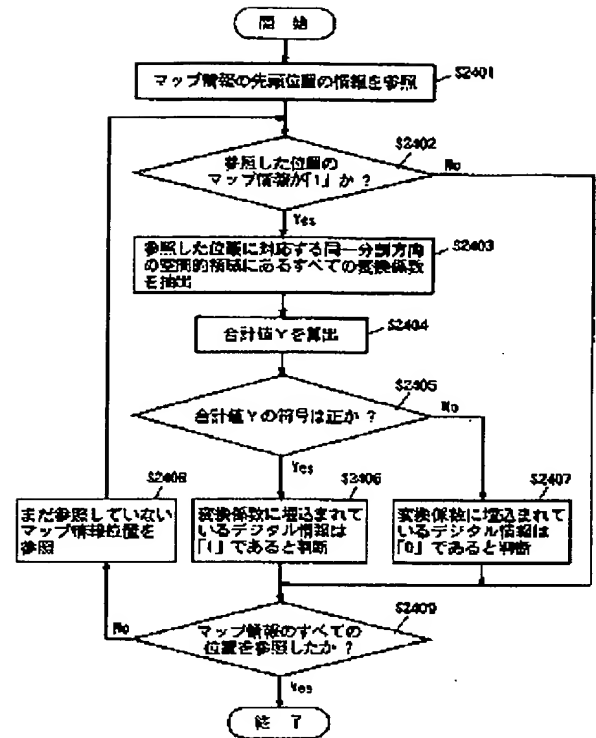
(b)



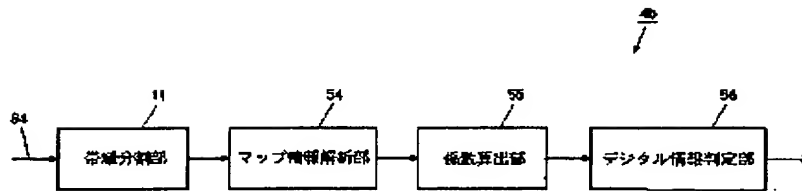
【図22】



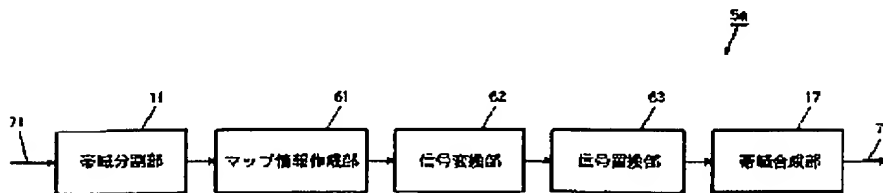
【図24】



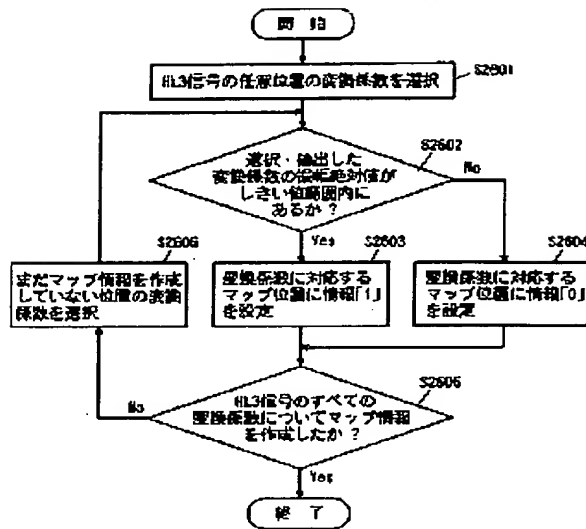
【図23】



【図25】



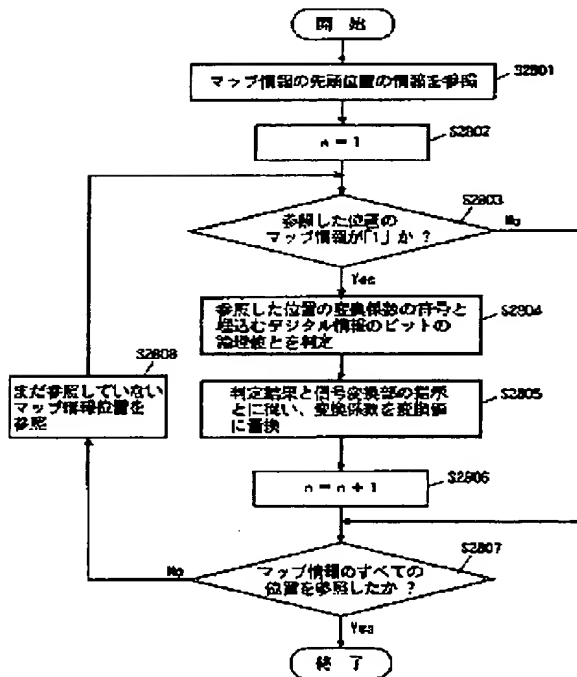
【図26】



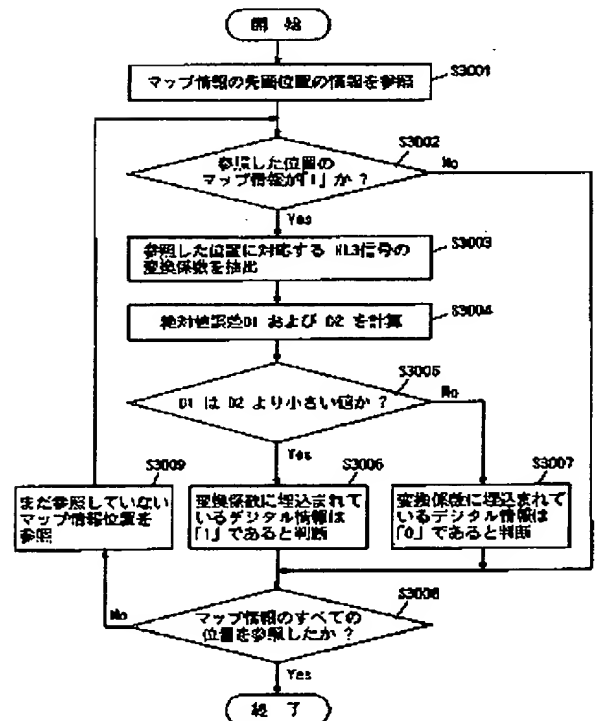
【図27】

参照した位置の変換係数の符号	送込デジタル情報のビットの論理値	変換する値
正	1	+A
	0	+B
負	1	-A
	0	-B

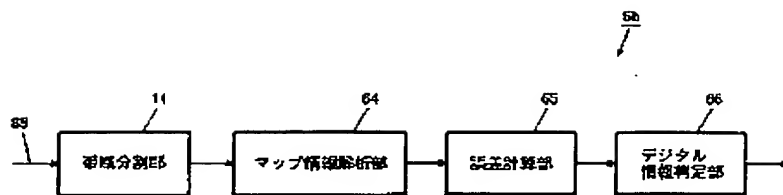
【図28】



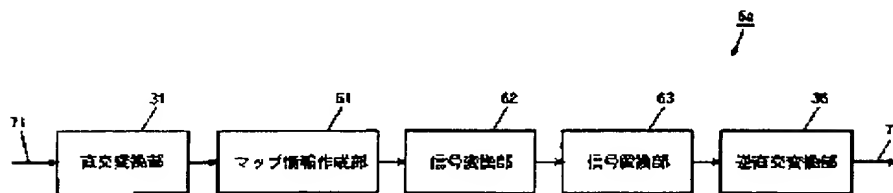
【図30】



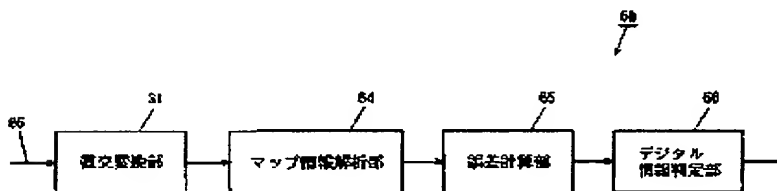
【圖29】



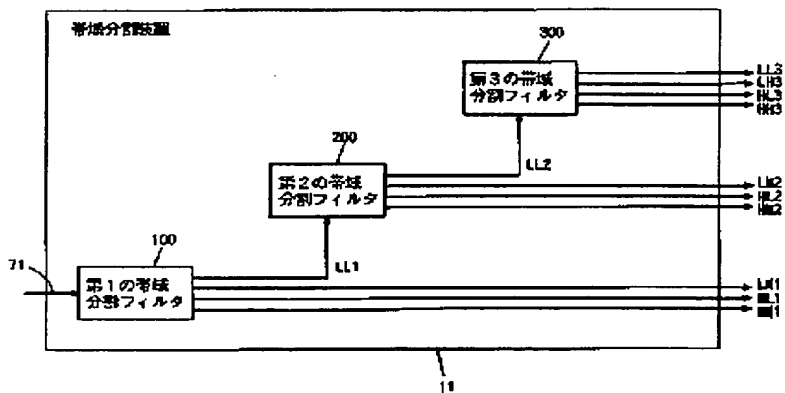
【圖 31】



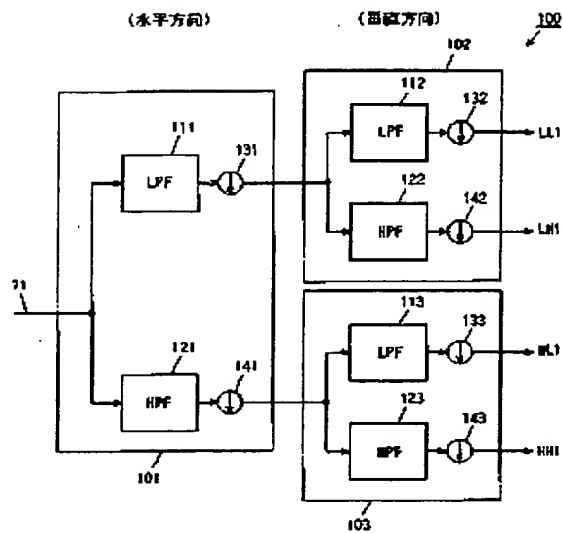
【圖 32】



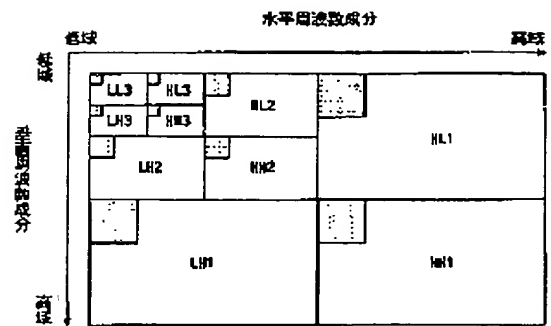
【圖 33】



【図34】



【図35】



フロントページの続き

(72)発明者 桂 卓史  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 島津 幹夫  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 尾島 修一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 宮崎 明雄  
福岡県福岡市東区宮松2丁目26番2号